Escola Tècnica Superior d'Enginyeries
Industrial i Aeronàutica de Terrassa
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Titulació:

Enginyeria Industrial

Alumne:

Víctor Surís Palou

Títol PFC:

Disseny de les instal·lacions per a l'abastiment d'energia solar tèrmica a una piscina d'una vivenda unifamiliar del Maresme

Director del PFC:

Daniel Garcia Almiñana

Convocatòria de lliurament del PFC:

Gener 2010

Contingut d'aquest volum: -MEMÒRIA, PRESSUPOST I PLEC DE CONDICIONS-

Índex

1. Objecte del projecte 1

2. Abast del projecte 1

3. Justificació del projecte 1

4. Especificacions bàsiques 3

5. Descripció de l'edifici 4

6. Justificació de la instal·lació 7

6.1. Justificació de la instal·lació de la vivenda 8

6.2. Descripció i esquema de principi de la instal·lació de la vivenda 9

6.3. Justificació de la instal·lació de la piscina 11

6.4. Descripció de la instal·lació de la vivenda i esquema de principi de la piscina 12

7. Instal·lació solar de la vivenda 16

7.1. Càlcul del camp de captació 16

7.1.1. Estimació de la demanda energètica 16

7.1.2. Energia procedent del sol 18

7.2. Acumulació de l'aigua calenta sanitària i sistema d'intercanvi 23

7.3. Sistema auxiliar de recolzament 24

8. Instal·lació hidràulica de la vivenda 26

8.1. Instal·lació de fontaneria per a aigua freda, AF 26

8.2. Instal·lació de fontaneria per a aigua calenta sanitària, ACS 28

8.2.1. Vas d'expansió del circuit secundari 30

8.2.2. Aïllament de les canonada d'aigua calenta sanitària 30

8.3. Xarxa de retorn 31

8.3.1. Bombes circuladores 33

8.3.2. Aïllament de la canonada de recirculació 33

8.4. Xarxa del circuit primari de la instal·lació solar 34
8.4.1. Bombes circuladores 35
8.4.2. Vas d'expansió del circuit primari 35
8.4.3. Aïllament del circuit primari 36
8.4.4. Fluid de treball el circuit primari 36
8.5. Vàlvules de la instal·lació hidràulica de la vivenda 36
8.5.1. Vàlvules de seguretat 37
8.5.2. Vàlvula de tres vies 37
8.5.3. Vàlvula de pas 37
8.5.4. Vàlvula antiretorn 38
8.6. Purgadors de la instal·lació hidràulica de la vivenda 38
8.7. Sistema de control 39
9. Instal·lació solar de la piscina 41
9.1. Necessitats tèrmiques de la piscina 41
9.2. Manta tèrmica 42
9.3. Càlcul captadors solars 42
9.3.2. Energia procedent del sol 43
10. Instal·lació hidràulica de la piscina 50
10.1. Elements del cicle de depuració de la instal·lació 50
10.1.1. Filtre 50
10.1.2. Skimmers 51
10.1.3. Desaigües 51
10.1.4. Boques d'impulsió 52
10.1.5. Boca d'aspiració 52
10.1.6. Regulador del nivell de l'aigua de la piscina 53
10.1.7. Vàlvules 53
10.2. Dimensionat de les canonades del cicle de depuració 54

10.2.1. Dimensionat dels trams d'aspiració a través dels skimmers ...54
10.2.2. Dimensionat del tram d'aspiració a través dels desaigües.....54
10.2.3. Dimensionat del tram d'aspiració a través de la boca d'aspiració.....55
10.2.4. Dimensionat del tram entre la bomba i el filtre.....55
10.2.5. Dimensionat del tram d'impulsió.....55
10.2.6. Càlcul del grup de pressió.....56
10.3. Elements del cicle del sistema solar.....56
10.3.1. Càlcul del nombre de boques d'impulsió.....57
10.3.2. Càlcul del nombre de boques d'aspiració.....57
10.4. Dimensionat de les canonades del sistema solar.....57
10.4.1. Dimensionat del tram d'impulsió des de la bomba als Captadors.....58
10.4..2. Dimensionat del tram d'impulsió dels captadors fins a les boques d'impulsió.....58
10.4.3. Dimensionat del tram d'aspiració.....59
10.4.4. Càlcul del grup de pressió.....59
10.5. Omplert de la piscina.....59
10.6. Sistema de control.....60
11. Manteniment de les instal·lacions.....62
12. Estudi viabilitat econòmica.....63
10.1. Payback.....63
10.2. VAN.....65
13. Estudi mediambiental.....68
14. Conclusions i recomanacions.....70
15. Bibliografia i normativa.....72

Memòria

1. Objecte del projecte

L'objecte del projecte comprèn la realització de la instal·lació solar tèrmica per a l'abastiment de les necessitats d'aigua calenta sanitària i escalfament de l'aigua d'una piscina descoberta de 367,2 m^3 d'una vivenda unifamiliar situada a Argentona, comarca del Maresme.

2. Abast del projecte

El present projecte pretén realitzar tots els càlculs necessaris per al dimensionat de la instal·lació tèrmica en el subministrament de l'aigua calenta sanitària de la vivenda i l'escalfament de la piscina descoberta adjunta a la parcel·la. Per aquest motiu, es realitzaran càlculs de consums d'aigua calenta sanitària, superfície del camp de captació solar, volum del tanc acumulador, selecció els diferents sistemes de control i regulació, fluid circulant, canonades de distribució, elements de seguretat i tot el necessari per al correcte funcionament del conjunt.

En la seva realització farà un estudi de la millor alternativa en el disseny, partint de les diferents opcions existents per assolir l'objectiu marcat. D'aquesta manera, hi ha la possibilitat de realitzar un sistema conjunt per l'abastiment d'aigua calenta sanitària i l'esclafament de l'aigua de la piscina, dos sistemes independents; un per l'aigua calenta sanitària i l'altre per la piscina o un sistemes en que s'utilitzin diferents tipus de panells solars per a cadascun d'ells.

Tanmateix, es pretén realitzar un mínim estudi dels diferents tipus de captadors actualment disponibles al mercat per a veure quina solució pot ser la més eficient de cara a les necessitats requerides.

Pel que fa a la instal·lació de la piscina, es dimensionaran i calcularan tots els elements del que es compon una piscina particular. Així doncs, es dissenyarà i determinarà el nombre de skimmers, boques d'impulsió, desaigües i elements de depuració corresponents. A tot aquest conjunt se li adaptarà el sistema solar per l'escalfament de l'aigua que major eficiència subministri al sistema.

3. Justificació del projecte

L' energia solar tèrmica és una font d'energia renovable, per tant, inesgotable, neta i que pot ser aprofitada en el mateix lloc en què es produeix.

El *Código Técnico de la Edificación* (*CTE*) fa obligatòria la utilització de l'energia solar tèrmica en les edificacions de nova construcció o que es rehabilitin amb una demanda d'aigua calenta sanitària i/o climatització de piscines. A Espanya l'objectiu és arribar als 4,9 milions de m^2 de superfície captadora solar tèrmica per aquest any 2010.

Les instal·lacions d'energia solar presenten unes característiques d'elevada qualitat energètica, de reducció del impacte ambiental i de provada fiabilitat, encara que requereixen una despesa econòmica elevada en inversió.

Malgrat que Espanya és un país que rep molta radiació solar, la implantació de plaques solars per producció d'aigua calenta sanitària està actualment molt darrera de les previsions del Pla de Foment d' Energies Renovables. Aquest fet es deu fonamentalment a que la instal·lació té un alt cost econòmic i les ajudes oficials, en teoria molt atractives, no tenen suficient dotació pressupostaria.

Amb la entrada en vigor del *CTE*, l'*IDAE* (*Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía*) aposta per potenciar d'una manera eficaç les ajudes públiques a l'energia solar tèrmica.

L'energia solar directa és l'energia del sol sense transformar que calenta i il·lumina. Necessita sistemes de captació i emmagatzematge, i aprofita la radiació del sol de diferents maneres, distingint entre un aprofitament passiu o actiu.

Els aprofitaments passius parteixen d'una utilització directe mitjançant la incorporació d'elements arquitectònics d'elevada massa i capacitat d'absorció d'energia tèrmica.

Els aprofitaments actius fan referència a sistemes basats en la captació de la radiació solar per mitjà dels anomenats captadors solars, ja siguin per a l'escalfament de fluids que circulen per el interior dels captadors o per a la transformació en electricitat mitjançant cèl·lules fotovoltaiques integrades en els captadors.

Les aplicacions de l'energia solar tèrmica activa es poden classificar en tres grups:

- Aplicacions a temperatura alta (superior a 500ºC); aquestes queden restringides a centrals termosolars.
- Aplicacions a temperatura mitjana (els captadors treballen per sobre dels 100ºC).
- Aplicacions a temperatura baixa (els captadors treballen per sota dels 100ºC).

Aquestes darreres són les que s'apliquen al 90% dels projectes formant part de les aplicacions que es citen a continuació:

- Producció d'aigua calenta sanitària (ACS): en vivendes, hotels, residencies, instal·lacions esportives,etc. És la de major aplicació. Potser pel fet que la normativa actual obliga a utilitzar l'energia solar tèrmica en les edificacions de nova construcció o que es rehabilitin.
- Climatització de piscines: tant cobertes com descobertes, mitjançant l'escalfament del vas de la piscina.
- Recolzament a sistemes de calefacció: especialment a aquelles que utilitzen terra radiant o de baixa temperatura.
- Producció de fred: aplicable a climatització d'aire i inclús a alguns processos industrials.
- Processos industrials: que requereixin d'aigua calenta a temperatures no excessives.

A partir d'aquestes aplicacions poden sorgir múltiples combinacions de sistemes integrats per abastir diferents tipus de demanda. Es poden trobar sistemes combinats com són: aigua calenta sanitària amb recolzament en calefacció, aigua calenta sanitària amb recolzament en calefacció i escalfament de piscina coberta o descoberta, aigua calenta sanitària i escalfament de piscina coberta o descoberta entre d'altres.

L'energia solar tèrmica presenta una sèrie d'avantatges de les que se'n poden remarcar les següents:

- No produeix pol·lució ni contaminació ambiental i és silenciosa.
- Pot arribar a tenir una vida útil superior a 20 anys depenent de l'aplicació a la que es destini.
- És resistent a condicions climàtiques externes: calamarsa, vent, etc.
- No requereix manteniment complex, només neteja del mòdul solar i manteniment de les instal·lacions hidràuliques, similar a la resta d'instal·lacions.
- Disminueix la dependència de combustibles fòssils.

4. Especificacions bàsiques

Les especificacions del projecte estan regides per la normativa vigent aplicable a les instal·lacions tèrmiques i a aquells aspectes que afecten al disseny de les instal·lacions a projectar. D'aquesta manera es té:

- Especificacions contingudes a les següents normatives:
    - *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE DECRETO 1027/2007, de 20 de julio).*
    - *Decret d'Ecoeficiència* DOGC 4574 – 16.2.2006.
    - Documents del *Código Técnico de la Edificación* (CTE): RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) i correcció d'errors (BOE 25/01/2008).
        - *Documento básico HE de Ahorro de energía (Sección HE 4 contribución solar mínima de agua caliente sanitaria*).
        - *Documento básico HS Salubridad (Sección HS 4 Suministro de agua).*
- Especificacions de caràcter constructiu:

El disseny de les instal·lacions a projectar formen part d'un projecte destinat a l'execució i construcció d'una vivenda unifamiliar amb piscina. És per aquest motiu que les instal·lacions s'han d'adequar a les diferents dependencies i espais projectats per influir en el més mínim en la proposta realitzada per l'arquitecte. Referent a la piscina, cal comentar que la única especificació que hi ha, fa referència a les seves dimensions; aquesta ha de fer 17 metres de longitud, 12 metres d'amplada i 1,8 metres de profunditat. Això dóna lloc als 367,2 m^3 citats i a una superfície de la làmina d'aigua de 204m^2.

De totes maneres, cal comentar que com que l'edifici no està encara construït, es permet proposar variacions d'elements constructius que no afectin al forjat de la vivenda.

La temperatura consigna de l'aigua de la piscina es fixa a 25ºC ja que es considera que es una temperatura de confort en una piscina descoberta privada.

Tanmateix, el dimensionat de la instal·lació de la piscina es projecta per a ser utilitzada del mes d'abril al mes de Setembre.

5. Descripció de l'edifici

L'edifici objecte d'estudi és un habitatge unifamiliar aïllat de nova construcció situat a la parcel·la 17 i 18 de la urbanització de "CAN BARRAU II" al terme municipal d'Argentona, Maresme, Barcelona.

L'habitatge consta de tres plantes; soterrani, planta baixa i planta primera. Tot i que la major part de l'activitat es desenvolupa a la planta baixa.

La planta baixa és la d'accés de l'habitatge, situada a una cota més alta que el carrer. A través del porxo s'accedeix a un distribuïdor on hi ha l'escala que ve del soterrani i el lavabo. La sala d'estar, que dóna al porxo i a la piscina amb jardí, té una part a doble alçada amb comunicació visual amb la planta primera, a la que s'hi accedeix mitjançant una escala lleugera situada a la mateixa sala. Alhora, comunica amb la zona de cuina menjador, que dóna a la façana lateral i posterior i que conté una habitació destinada al rebost i zona de planxa, rentadora i assecadora. Tota la zona descrita conforma la zona de dia de l'habitatge i ocupa la meitat de la planta aproximadament. L'altre meitat està destinada a la zona de nit i s'hi accedeix també des del distribuïdor. L'habitació principal ocupa tota la façana principal i conté un vestidor i un bany complert. A la façana posterior hi ha dues habitacions més amb vestidor i bany complert.

La planta primera està ocupada per una gran sala on hi ha un estudi amb bany complert i una sortida a la terrassa.

La planta soterrani està comunicada mitjançant l'escala d'accés a la planta baixa. Hi ha un distribuïdor que dóna a la bodega, al gimnàs i al garatge, que conté un taller també destinat a la sala de màquines de la piscina. El garatge té sortida al carrer per una rampa descendent on també hi ha una escala exterior d'accés al jardí i a la planta baixa.

La piscina es situa al mateix nivell que el porxo, a una distancia de poc més de 3 metres, ocupant practicant la meitat de la parcel·la.

El conjunt de la vivenda es construeix en 2 parcel·les que contenen un total de 1461 m^2.

Les superfícies útils i construïdes són les que es poden apreciar a la següent pàgina.

Superfícies útils	**m^2**
Planta baixa	
Sala menjador	45,36
Distribuïdor	12,14
Cuina	23,53
Planxa magatzem	7,73
Bany de cortesia	2,03
Passadís	4,02
Dormitori 1	22,00
Bany 1	5,37
Dormitori 2	17,24
Bany 2	4,70
Dormitori 3	16,72
Bany 3	3,60
Porxo	135,44
Sup. útil total planta baixa	**299,88**
Planta primera	
Estudi	32,83
Bany 4	3,10
Superfície útil total planta primera	**35,93**
Planta soterrani	
Garatge	78,83
Bodega	33,94
Distribuïdor	6,95
Taller i sala màquines piscina	13,49
Gimnàs	28,08
Magatzem	10,74
Superfície útil total planta soterrani	**172,23**
Superfície útil total de l'habitatge	**508,04**

Taula 1. Superfícies útils de l'habitatge.

Superfícies construïdes	**m^2**
Planta baixa	330,20
Planta primera	42,82
Planta soterrani	197,91
Superfície construïda total habitatge	246,24
Superfície construïda total soterrani	197,91
Superfície construïda piscina	204,00

Taula 2. Superfícies construïdes de l'habitatge.

Vegeu plànols 2, 3, 4 i 5 de la documentació de plànols.

6. Justificació de la instal·lació

Existeix un gran nombre d'alternatives de disseny dins de totes les possibilitats de configuració que poden donar-se en una instal·lació solar tèrmica. A continuació es descriurà l'opció escollida a partir de les diferents tipologies explicades a l'annex1. *Vegeu apartat 3 i posteriors de l'Annex 1. Aspectes inclosos al projecte.*

Dins de les opcions disponibles en sistemes d'usos múltiples, en el cas objecte d'estudi, on s'han de projectar dos instal·lacions que utilitzen energia solar per abastir la demanda tèrmica que requereixen, existeixen principalment 2 tipologies.

La primera d'elles correspon a utilitzar un sistema de captació comú per a les dos instal·lacions. Aquesta configuració permet un ús més racional de la instal·lació en el cas de piscines descobertes. La superfície destinada en el període estival a la climatització de la piscina es dedica al període d'hivern a la producció d'aigua calenta sanitària. De totes maneres, s'ha de revisar si la producció d'energia al hivern és excessiva per així poder prendre les mesures oportunes, cedint si és possible la calor sobrant a la piscina, si es manté tot l'any amb aigua, o adoptant alguna de les solucions indicades al *Código Técnico de la Edificación* (*CTE*).

En aquesta configuració cal fer un estudi sobre l'ús d'un mateix sistema de captació solar per a l'ús combinat d'aigua calenta sanitària i escalfament de l'aigua de la piscina ja que moltes vegades, per problemes d'espai i necessitats energètiques de la piscina, és inviable combinar-ho. Cal tenir també present que per a l'ús d'escalfament d'aigua de piscines existeixen sistemes molt més econòmics que els utilitzats en les vivendes.

La segona es basa en un tractament independent de les instal·lacions. En aquest cas es separa totalment un sistema de l'altre, dimensionant en cada cas a partir de la demanda energètica que regeix cadascuna independentment.

El cas objecte d'estudi es basa en el segon sistema explicat ja que d'aquesta manera es pot tenir un major control de la instal·lació, permetent ajustar-se a la demanda tèrmica en cada cas. Tanmateix, degut a la disponibilitat d'espai de la vivenda i de les dimensions de la piscina, la qual dóna lloc a una demanda energètica elevada, hagués estat impossible col·locar el camp de captació dins l'espai de disponible. D'aquesta manera, també, es redueix el cost de les instal·lacions ja que, tal i com es veurà més endavant, en la piscina es poden utilitzar captadors de plàstic, generalment de polietilè o polipropilè, en lloc de captadors plans o de tubs de buit. Aquest fet dóna una instal·lació amb major rendiment, pèrdues tèrmiques petites, menor cost econòmic i possibilitat d'escalfar l'aigua de la piscina directament sense necessitat de cap intercanviador.

Així doncs, en el següents aparats es justifica i es descriu les dues instal·lacions projectades.

6.1. Justificació de la instal·lació de la vivenda

El principi de circulació per al cas de l'abastiment de l'aigua calenta sanitària de la vivenda es basa en un sistema de circulació forçada. Per mitjà de bombes impulsores es permet fer arribar el fluid allà on un sistema de circulació natural no ho permetria.

En compliment de la normativa del CTE, s'utilitza un sistema d'intercanvi de calor indirecte, el qual fa que es puguin distingir dos circuits independents; un circuit primari per on circula el fluid de treball i un circuit secundari per on circula l'aigua de consum. L'element que interacciona amb els dos circuits és el intercanviador, el qual en aquest cas està allotjat al interior de l'acumulador.

Com es pot observar a l'annex 3 i com es comentarà més endavant, després de realitzar els càlculs amb 6 tipologies de captadors existents al mercat, tres dels qual són captadors plans i els altres 3 són captadors de tubs de buit, s'ha optat per utilitzar un captador solar pla ja que en aquest cas el que té una relació preu/aportació energètica millor. A més a més, per la zona geogràfica a la que s'implanta la instal·lació, és la que té una major adaptació.

El nivell de temperatura que s'assoleix amb el sistema solar a vegades és inferior al desitjat, això fa que sigui necessari un sistema convencional de recolzament de manera que s'afavoreixi l'ús prioritari de l'energia solar davant de l'auxiliar i mai al revés. D'aquesta manera hi ha múltiples combinacions tenint en compte que es depèn de l'ús al que es destini la instal·lació. En aquest cas, com que l'objectiu és escalfar l'aigua provinent de la xarxa elevant-la a una temperatura de 60ºC i com que es tracta d'una vivenda unifamiliar on no hi ha una gran demanda d'aigua calenta sanitària, s'ha optat per combinar la instal·lació amb un calentador d'aigua instantani el qual funciona amb gas natural.

En un circuit per on circula fluid a temperatures que varien en funció del temps, es produeixen canvis en el volum del fluid de treball, pel que és necessari absorbir la dilatació d'aquest mitjançant un sistema d'expansió. D'aquesta manera, sabent que n'hi ha d'oberts i de tancats, s'instal·laran dos vasos d'expansió tancats degut a la possibilitat de col·locar-los al interior de la vivenda. Un d'aquests anirà al circuit primari i l'altre en el secundari.

6.2. Descripció i esquema de principi de la instal·lació de la vivenda

El captador solar instal·lat a la coberta rep la radiació solar que incideix sobre la superfície escalfant el fluid de treball que circula pel seu interior. Aquest fluid és conduit cap a l'acumulador, que té el sistema d'intercanvi en forma de serpentí allotjat al seu interior, on es produeix la transferència de calor cap a l'aigua sanitària provinent de la xarxa de subministrament pública. El interacumulador està allotjat a una dependència del garatge on també hi ha el sistema auxiliar de recolzament i els vasos d'expansió corresponents.

De les preses del interacumulador sortiran els muntants per ser conduits al seu punt de destí; la connexió de la part superior correspon a la de l'aigua calenta que es fa passar pel sistema de recolzament auxiliar per després ser enviat a les diferents plantes. Per sota d'aquesta hi ha l'entrada del fluid de treball que prové del captador, aquest entra al interacumulador travessant el serpentí i surt per la quarta connexió contant des de d'alt, la qual retorna cap al captador formant un circuit tancat (circuit primari de la instal·lació solar).

Per la part inferior del interacumulador entra l'aigua provinent de la xarxa entrant en contacte amb el serpentí i sortint escalfada per la part superior fins als punts de consum. Entre mig de l'entrada i la sortida de les connexions del circuit primari hi ha la connexió per la que entra l'aigua del circuit de recirculació. Aquest circuit està constantment en funcionament degut a que, per normativa, al tenir les canonades de subministrament d'aigua calenta amb una longitud major a 15 metres és d'obligat compliment contar amb un circuit de recirculació. D'aquesta manera s'evita que els usuaris perdin massa temps fins que arribi aigua calenta als punts de consum i es redueix el consum d'aigua. El circuit de recirculació va des del interacumulador fins al final del muntant que arriba a la planta primera.

La instal·lació descrita té per esquema de principi el que es mostra a la pàgina següent.

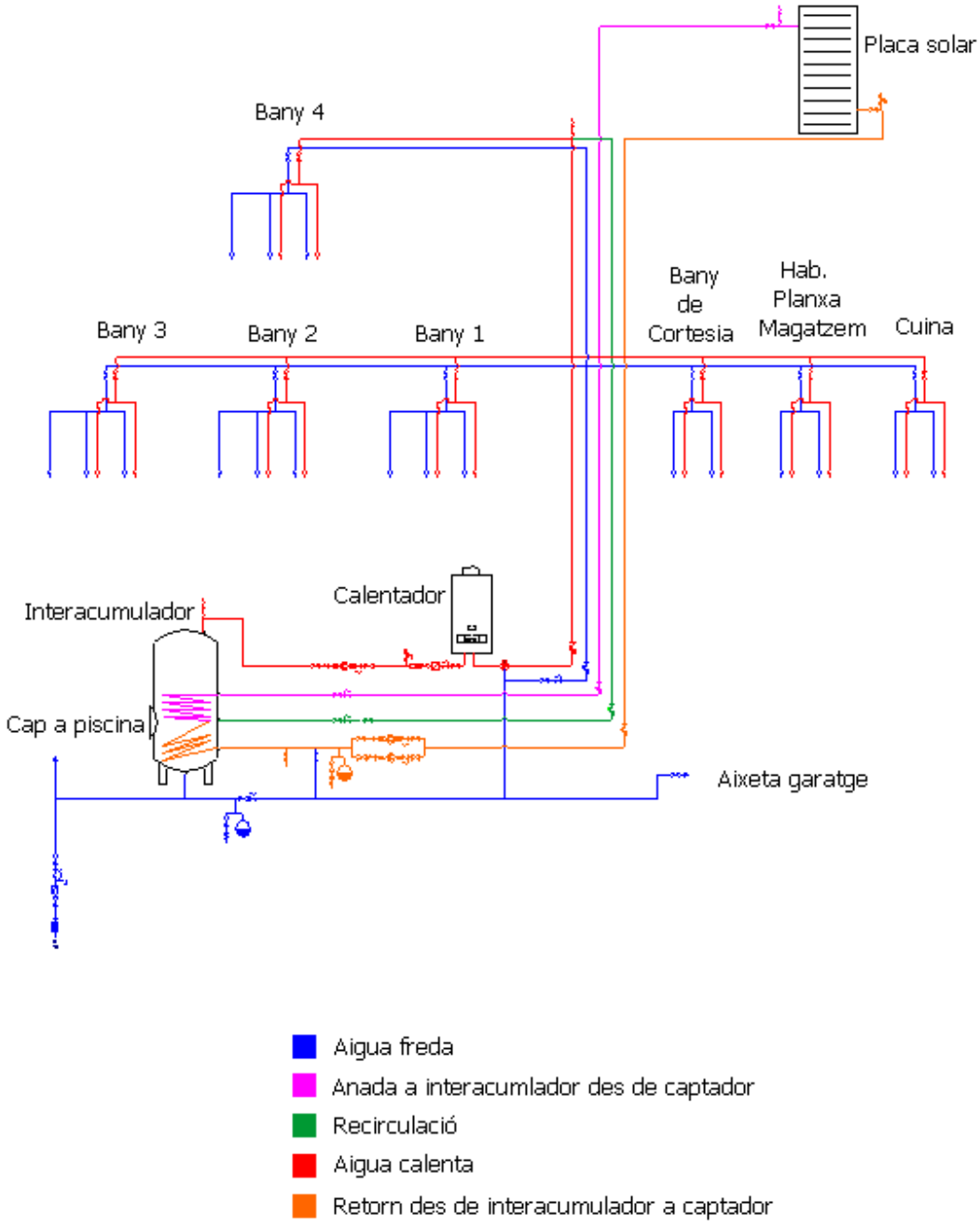


Fig.1 Esquema de principi de la instal·lació de la vivenda.

Per veure amb major detall l'esquema de principi vegeu *Plànol 10. Esquema de principi de la instal·lació de la vivenda de la documentació de plànols*.

6.3. Justificació de la instal·lació de la piscina

En el cas d'una instal·lació solar destinada a l'escalfament de l'aigua de la piscina el primer que cal fer és determinar la tipologia dels captadors que s'utilitzaran ja que aquest fet donarà lloc a com es produirà l'escalfament de l'aigua. Si s'utilitzen captadors plans, serà necessari disposar d'un circuit primari i un de secundari connectats per un bescanviador de calor ja que aquesta tipologia de captador no està fabricats per fer passar l'aigua de la piscina a traves seu. En aquest cas, es parlaria d'un sistema molt semblant al que s'ha descrit per a la vivenda amb la diferència que l'acumulador passaria a ser el vas de la piscina.

Actualment existeix una tipologia de captadors anomenats captadors piscina els quals permeten que l'aigua de la piscina circuli directament a través seu. Estan fabricats de plàstic, generalment de polietilè o polipropilè amb tractament enfront als afectes del intempèrie i agents químics de purificació de l'aigua de la piscina. Aquest fet dóna una instal·lació amb major rendiment de la instal·lació, pèrdues tèrmiques petites, menor cost econòmic i possibilitat d'escalfar l'aigua de la piscina directament sense necessitat de cap intercanviador. És per aquest motiu i pel fet que al tenir una demanda energètica important per part de la piscina que impossibilitaria la col·locació d'un gran nombre de captadors plans, que s'ha optat per instal·lar aquest tipologia de captadors. Per tant, queda imposat que la climatització de l'aigua es realitza de manera directe.

Aquest sistema permet escalfar l'aigua a temperatures més elevades, és més econòmic i de funcionament més senzill però per contrapartida al ser el mateix fluid de treball que el de consum, no se li poden aplicar productes químics ni anticongelants que garanteixen una major durabilitat de l'equip. En els indirectes s'assoleixin temperatures inferiors per les pèrdues generades en el intercanviador donant lloc a una la instal·lació més complexa i de major cost, ja que ha de comptar amb un intercanviador extern i la incorporació d'una segona bomba de circulació pel circuit primari, però s'obté una major durabilitat de la instal·lació i una aigua més higiènica.

El següent punt a determinar és la ubicació del sistema de depuració. Aquest pot anar connectat directament al sistema solar o en un circuit independent d'aquest.

En el primer cas, s'utilitza la bomba del circuit de depuració per la circulació de l'aigua pel circuit primari de l'energia solar. S'ha de dimensionar la bomba tenint en compte que podrà subministrar el cabal mínim necessari d'acord amb les necessitats de la piscina i de les exigències del fabricant dels captadors.

En aquest tipus d'instal·lacions el cabal haurà de ser alt per assegurar que el salt tèrmic en el captador sigui molt petit, evitant que s'escalfin molt més de 30ºC, fet que a demés de ser innecessari suposaria un disminució del rendiment.

Pel que fa a la ubicació dels elements, el *CTE* apartat 3.3.5.3.4 del *DB HE-4* especifica que en instal·lacions de climatització de piscines la disposició dels elements serà la següent: bomba-filtre-captador per evitar que es produeixi una sobrepressió als captadors.

Aquesta tipologia permet ser adaptada de manera fàcil a piscines ja construïdes i és una solució econòmica des del punt de vista de inversió inicial. El gran inconvenient ve donat per la inhabilitació del sistema quan no està funcionat el sistema de depuració. Per tant, només es donarà escalfament de l'aigua el temps en el que estigui programat el cicle de depuració.

En el casos en que s'utilitza un sistema independent el circuit primari d'energia solar és totalment independent. Per tant, disposa de la seva pròpia central de regulació i de la seva corresponent bomba de circulació.

A l'apartat 3.3.5.3 del *DB HE-4* s'especifica que la impulsió de l'aigua calenta ha d'efectuar-se per la part inferior de la piscina, quedant la impulsió de l'aigua filtrada a la superfície.

En el sistema independent, l'aprofitament energètic és pràcticament total degut a l'absència d'intercanvis d'energia innecessaris i a la òptima gestió que desenvolupa el regulador solar. És sense dubte el tipus d'instal·lació amb major equilibri entre estalvi i confort. Molt aconsellable en zones d'elevada radiació solar en el període d'ús de la piscina. Suposa una major inversió econòmica inicial. Pels motius exposats és el sistema pel qual s'ha optat per instal·lar.

6.4. Descripció de la instal·lació de la vivenda i esquema de principi de la piscina

Tal i com s'ha explicat en l'apartat anterior, es poden diferenciar dos circuits independents.

El primer és el que fa referència a l'escalfament de l'aigua de la piscina; els captadors solar instal·lats a la coberta del porxo reben la radiació solar en tota la seva superfície escalfant l'aigua provinent de la piscina que circula pel seu interior. L'aigua de la piscina es fa circular per mitjà d'una bomba amb filtre incorporat que l'absorbeix des d'una boca d'aspiració situada a 60cm per sota el nivell de la làmina d'aigua. Un cop aquesta ha

passat pels captadors, és conduïda a la piscina entrant per la part inferior per mitjà de tres boques d'impulsió.

El segon és el que fa referència al cicle de depuració de l'aigua. En aquest cas hi ha tres canals d'aspiració que fan arribar l'aigua fins a una vàlvula multivia que dirigeix l'aigua en funció de la posició en que es trobi.

Els tres canals d'aspiració corresponen a l'aspiració de l'aigua per mitjà de les boques d'impulsió, l'aspiració per mitjà dels desaigües i l'aspiració per mitjà del conducte on es connecta la màquina netejafons. Aquests tres conductes són conduits fins la bomba, on abans d'arribar al col·lector hi ha una vàlvula per a cadascun d'ells. Això permet que l'usuari pugui dur a terme les operacions de manteniment corresponent en combinació amb la vàlvula multivia.

La vàlvula multivia és un component molt usat en piscines ja que permet tenir controlada la circulació de l'aigua en tot moment en funció de la posició del mànec de control. Així doncs, hi ha l'opció de posar-la en 7 posicions diferents. En la següent imatge es mostra les posicions possibles.

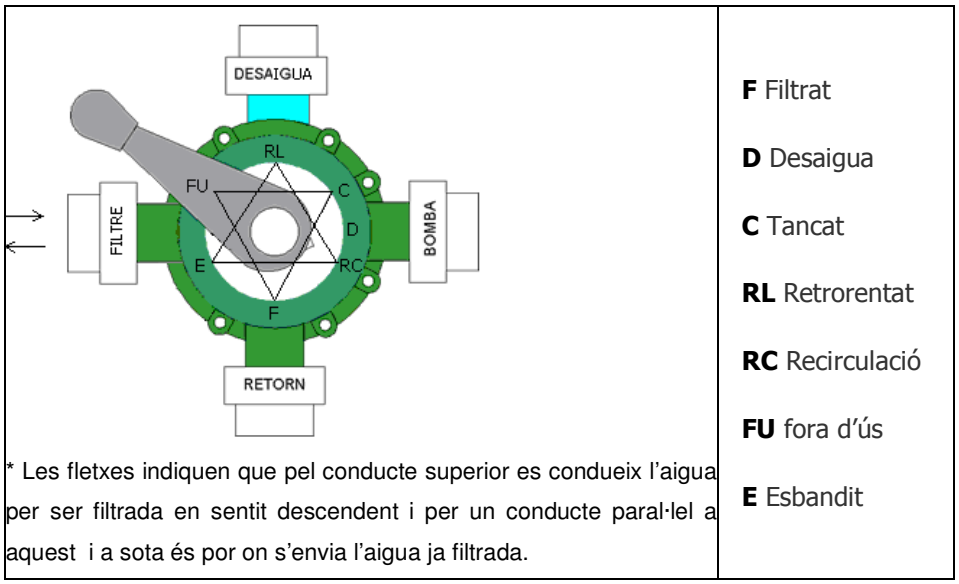


Fig.2 Vàlvula multivia.

Així doncs es té que en cada posició es duu a terme les següents tasques:

- Filtrat: Es fa passar tot el cabal aspirat per la bomba a través del filtre. El sentit de l'aigua en el filtres es produeix de forma descendent, entrant l'aigua sense filtrar per la part superior i sortint filtrada per la part inferior. L'aigua ja filtrada és

conduïda cap a la piscina per mitjà de la canonada d'impulsió cap a les boques d'impulsió.

- Desaigua: Serveix pel buidat de la piscina. Es fa passar l'aigua impulsada per la bomba a través de la vàlvula multivia i aquesta, per mitjà del conducte de desaigua, la llença a l'arqueta que condueix al sistema de clavegueram públic.
- Tancat: Com el seu nom indica, s'utilitza per tancar el pas d'aigua del filtre a la bomba i poder obrir el pre-filtre (cistella) de la bomba per netejar la brutícia acumulada.
- Retrorentat: La seva funció és realitzar una neteja del filtre. Degut a la constant circulació d'aigua i per efecte de la brutícia de l'aigua, el filtre reté totes les partícules de brutícia que van quedant acumulades a la sorra del seu interior. Aquest fet fa que la pressió vagi augmentat i fa necessari, que quan la pressió hagi augmentat un 40% del valor normal del filtre quan està net, s'hagi de dur a terme una neteja. La realització d'aquesta operació fa que seguidament s'hagi de realitzar l'operació d'esbandit ja que sinó tota la brutícia fruit de la neteja del filtre tornaria cap a la piscina.
- Recirculació: En aquesta posició la vàlvula multivia efectuarà el pas de l'aigua procedent de la bomba directament a la piscina, sense passar pel filtre.
- Fora d'ús: Serveix per deixar la instal·lació totalment tancada. Aquesta funció s'utilitza en piscines on al hivern es deixa completament d'utilitzar la piscina, deixant inclús els sistema de depuració sense funcionament. Així es manté la plena fins al període d'utilització de la mateixa on es reprèn el cicle de depuració.
- Esbandit: Com s'ha comentat, després d'haver realitzat el retrorentat del filtre i posar la instal·lació en posició de filtració, l'aigua durant uns segons flueix de manera tèrbola cap a la piscina. Per evitar-ho el que es col·locar la vàlvula en aqueta posició i dur a terme un cicle d'esbandit.

Per veure amb major detall el funcionament del sistema de depuració de la piscina vegeu *Annex 1. Normes bàsiques del funcionament de la piscina* subministrat per l'empresa *Onix piscinas.*

La instal·lació descrita té per esquema de principi el que es mostra a la següent figura:

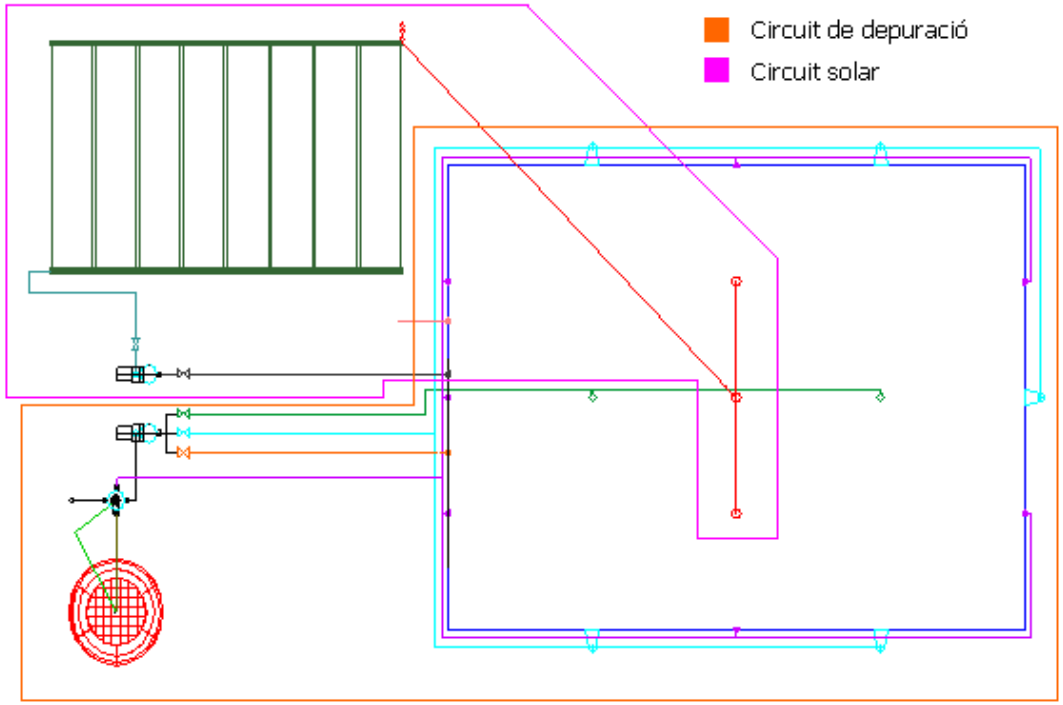


Fig.3 Esquema de principi de la instal·lació de la piscina.

Per veure amb major detall l'esquema de principi vegeu *Plànol 17. Esquema de principi de la instal·lació de la piscina de la documentació de plànols*.

7. Instal·lació solar de la vivenda

En aquest apartat es mostrarà tots els elements calculats i seleccionats per la implementació de la instal·lació solar de la vivenda. Es comentarà tots els factors tinguts en compte i sota quines condicions de funcionament s'ha dissenyat.

7.1. Càlcul del camp de captació

El càlcul del nombre de captadors solar implica l'estimació de la demanda energètica mensual d'aigua calenta a cobrir per l'energia solar incident. Els factors principals dels que depèn son: la contribució solar mínima, la demanda energètica de la vivenda i l'energia procedent del sol.

Tot el càlcul i procediment realitzat per arribar a determinar quin dels captadors estudiats i quina àrea requereix la vivenda objecte d'estudi es mostra als annexes 2 i 3.

Vegeu Annex 2. Procediment de càlcul per a la superfície de captació de la vivenda i vegeu Annex 3. Càlcul de la superfície de captació per a l'abastiment d'aigua de la vivenda.

En els següents subapartats es mostra els resultats obtinguts i les dades més rellevants per arribar a determinar la solució proposada.

7.1. 1. Estimació de la demanda energètica

L'estimació de la demanda energètica mensual d'aigua calenta sanitària permetrà determinar el percentatge a cobrir per energia solar i la necessitat de disposar d'un sistema auxiliar. Tot això, sorgirà de l'aplicació i utilització dels valors estipulats en la normativa del *Código Técnico de la Edificación* (CTE) – *Secció HE-4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria* i el *Decret d'Ecoeficiència* (*Decret 21/2006. DOGC num. 4574 de 16/2/2006*). S'utilitza sempre la normativa amb major restriccions.

D'aquest manera, s'obté un valor d'aigua calenta sanitària a subministrar de 30 litres al dia i persona pel dimensionat. La temperatura de referència és de 60ºC ja que és el mínim exigible per normativa.

La casa unifamiliar objecte d'estudi està composta de 3 habitacions, fet que comporta que s'hagi de considerar un nombre total de 4 persones. Això fa que es requereixi d'un nombre total de 120 litres d'ACS/dia i persona. D'aquesta manera, s'obtenen els següents valors de demanda d'aigua calenta sanitària:

Mes	Dies/mes	Consum mensual ACS (litres/mes)
Gener	31	3720
Febrer	28	3360
Març	31	3720
Abril	30	3600
Maig	31	3720
Juny	30	3600
Juliol	31	3720
Agost	31	3720
Setembre	30	3600
Octubre	31	3720
Novembre	30	3600
Desembre	31	3720
Total anual		43800

Taula 3. Consum mensual.

El fet de que l'habitatge en el que es projecta la instal·lació solar estigui ubicat a la localitat d'Argentona, a la comarca del Maresme (Barcelona) fa que la normativa més restrictiva, el Decret d'Ecoeficiència en aquest cas, consideri la població dins la zona climàtica 3, donant lloc a una cobertura solar mínima exigible del 50 %.

A partir dels valors de la temperatura de l'aigua de la xarxa del municipi i dels valors de consum mensual anteriors s'obtenen els següents valors de demanda energètica mensual per a abastir l'aigua calenta sanitària de la vivenda:

Meses	Energia mensual ACS (kWh)
Gener	227
Febrer	201
Març	214
Abril	199
Maig	201
Juny	190
Juliol	192
Agost	197
Setembre	194
Octubre	205
Novembre	207
Desembre	227
Anual	2454

Taula 4. Energia mensual ACS.

A partir del valor de demanda anual calculat i de la contribució solar mínima del 50 %, s'obté que la demanda energètica a cobrir per energia solar és de 1227 kW.

7.1. 2. Energia procedent del sol

Un cop avaluada la necessitat energètica és necessari conèixer la quantitat d'energia que aporta el Sol per poder cobrir la demanda mitjançant energia solar.

Prèviament, és necessari establir l'orientació i inclinació dels panells solars per poder obtenir els valors de la radiació solar incident sobre la superfície dels col·lectors.

S'ha considerant com a orientació òptima el sud ($\alpha = 0º$), degut a la situació de l'edifici i a la possibilitat d'ubicar les plaques solars en aquesta posició, aprofitant així el màxim nombre d'hores de sol incidents sobre els col·lectors. Referent a la inclinació dels captadors, tal i com es pot veure a l'annex 3, s'han estudiat diferents inclinacions per determinar quina de les opcions és la més eficient. Inicialment, però, s'ha fixat una inclinació de 41º ja que aquest valor correspon a la latitud geogràfica del municipi.

Degut a la situació de la vivenda, s'ha hagut de fer un càlcul de pèrdues per ombres ja que en determinats moments del dia el camp de captació està cobert per la proximitat d'un mur de la pròpia edificació i pel relleu de la zona. D'aquesta manera, s'ha obtingut que el valor de percentatge de pèrdues total és del 6,65 % de la radiació global anual que rep l'àrea de captació. Això dóna lloc a una factor de reducció per ombres de $\delta = 0{,}9335$.

El valor obtingut és inferior al límit establert per normativa que dictamina que en casos generals les pèrdues per ombres han de ser inferiors al 10%.

S'han realitzat els càlculs suposant que la demanda energètica es constant durant tot l'any.

S'han estudiat 6 models de captadores diferents; tres dels quals són col·lectors solars plans i els altres tres són de la tipologia de tubs de buit:

Tipologia del captador	**Fabricant**	**Model**
Col·lector solar pla		
	Wolf	TopSon F3
	Roca	PS 2.4
	Junkers	Excellence FKT 1S
Col·lector tub de buit		
	Ferroli	Ecotube 14
	Viessmann	Vitosol 200-T
	Roca	AR

Taula 5. Marques i models dels captadors.

Per a cada un d'ells s'ha fet un estudi per determinar quin és el que millor s'adapta a les necessitats de la instal·lació. A més, s'han realitzat comparatives de diferents inclinacions del captador depenent del període en que es prioritza més la seva utilització.

Fruit d'aquest estudi, s'ha obtingut que la millor opció per al cas objecte d'estudi de tots els captadors analitzats és utilitzar el de la marca *Roca* model *PS 2.4* a una inclinació de 51º. *Vegeu Annex 13. Característiques tècniques del captador solar Roca PS 2.4 i Annex 14. Muntatge i instal·lació del captador solar Roca PS 2.4.*

El captador seleccionat s'ha estudiat segons els valors de radiació solar publicats a l'*Atles de Radiació Solar de Catalunya* per l'*Institut Català de l'Energia (ICAEN)* a partir dels valors a $\alpha = 0º$ i $\beta = 51º$, considerant un factor de correcció i inclinació $\gamma = 0,95$ i un factor de reducció per ombres $\delta = 0,9335$. Tot això ha donat lloc a una radiació solar efectiva o energia útil rebuda cada mes de:

Mes	E_u (kWh/m^2)
Gener	3,41
Febrer	3,97
Març	4,61
Abril	5,00
Maig	5,09
Juny	5,08
Juliol	5,12
Agost	5,14
Setembre	4,90
Octubre	4,32
Novembre	3,66
Desembre	3,25

Taula 6. Energia útil rebuda.

A partir dels valors de radiació solar efectiva es calcula l'energia útil mensual disponible per unitat de superfície. Aquests valors són funció del rendiment específic de cada col·lector, en aquest cas, pel captador *Roca* model *PS 2.4*.

Prèviament es calculen els valors d'irradiació solar incident que són necessaris pel càlcul del rendiment dels col·lectors, obtenint així els següents valors:

Mes	I (W/m^2)
Gener	588
Febrer	630
Març	698
Abril	609
Maig	621
Juny	558
Juliol	528
Agost	578
Setembre	634
Octubre	709
Novembre	705
Desembre	692

Taula 7. Irradiació solar.

La corba de rendiment del captador *Roca* del model *PS 2.4* és la següent:

$$\eta = 0{,}789 - 3{,}606 \cdot \frac{\Delta T}{I} - 0{,}012 \cdot \left(\frac{\Delta T}{I}\right)^2$$

A continuació es mostren els resultats obtinguts dels diferents valors de rendiment pels diferents mesos de l'any segons els salts tèrmics i irradiació:

Mes	Rendiment
Gener	0,49
Febrer	0,51
Març	0,55
Abril	0,53
Maig	0,56
Juny	0,56
Juliol	0,56
Agost	0,58
Setembre	0,59
Octubre	0,59
Novembre	0,56
Desembre	0,54

Taula 8. Rendiment del captador.

A partir dels rendiments mensuals obtinguts del captador i de les radiacions solars efectives o energia útil que arriba a la placa, a continuació es determina l'energia útil per escalfar l'aigua a subministrar. Si es té en compte, segons la normativa, que el 10% de

pèrdues és generada pels elements de la instal·lació, s'obtenen els següents resultats mensuals i el total anual d'energia útil dels captadors:

Mes	E. útil per mes (kWh/m^2)
Gener	46
Febrer	51
Març	71
Abril	72
Maig	79
Juny	76
Juliol	80
Agost	83
Setembre	77
Octubre	71
Novembre	56
Desembre	49
E. útil anual (kWh/m^2)	811

Taula 9. Energia útil dels captadors.

A partir d'aquí, s'obté la superfície requerida per les necessitats de la instal·lació i els nous valors d'energia total solar final adequada al captador seleccionat. Així doncs, s'ha obtingut que amb un panell és suficient per abastir les necessitats de la vivenda. Això dóna lloc a una àrea total de captació de 2,33 m^2.

Així doncs, l'energia útil final que serà aportada al fluid caloportador mensual i anualment és:

Mes	E. total solar (kWh)
Gener	108
Febrer	120
Març	165
Abril	168
Maig	184
Juny	178
Juliol	185
Agost	193
Setembre	181
Octubre	165
Novembre	130
Desembre	114
Total anual	1890

Taula 10. Energia total procedent del sol.

A la taula que es mostra a continuació es pot observar l'energia requerida per aigua calenta sanitària de la vivenda, l'energia solar aportada per la instal·lació, la cobertura que permet veure el tant per cent que prové d'energia solar i la diferència entre l'energia requerida i la aportada pel sol per a cada més de l'any:

Mesos	**E. ACS (kWh)**	**E. ACS solar (kWh)**	**Cobertura ACS (%)**	**Variació Energètica (kWh)**
Gener	227	108	47,7	-119
Febrer	201	120	59,6	-81
Març	214	165	77,3	-49
Abril	199	168	84,6	-31
Maig	201	184	91,7	-17
Juny	190	178	93,5	-12
Juliol	192	185	96,4	-7
Agost	197	193	98,	-4
Setembre	194	181	92,9	-13
Octubre	205	165	80,2	-40
Novembre	207	130	62,8	-77
Desembre	227	114	50,3	-113
Anual	2454	1890	77,9	-564

Taula 11. Taula paràmetres pel compliment de la normativa.

Com es pot observar, no hi ha cap mes amb una cobertura superior al 110% ni 3 mesos seguits amb cobertura del 100%. A més, es compleix amb la condició que la demanda energètica anual és major al 50%.

Referent al rendiment dels captadors, no hi ha cap mes que sigui inferior al 40% i, per tant, el rendiment mig dins els període d'utilització de la instal·lació és major al 20%.

La última columna mostra l'energia que s'hauria d'aportar amb ajuda d'un sistema auxiliar. Si hi hagués valors positius, seria l'energia que s'hauria d'eliminar del sistema ja que s'hauria arribat a la cobertura màxima (el 100% de la demanda).

Tot seguit es mostra el gràfic corresponent a la demanda energètica per a l'escalfament de l'aigua calenta sanitària i la que pot aportar el sistema solar seleccionat.

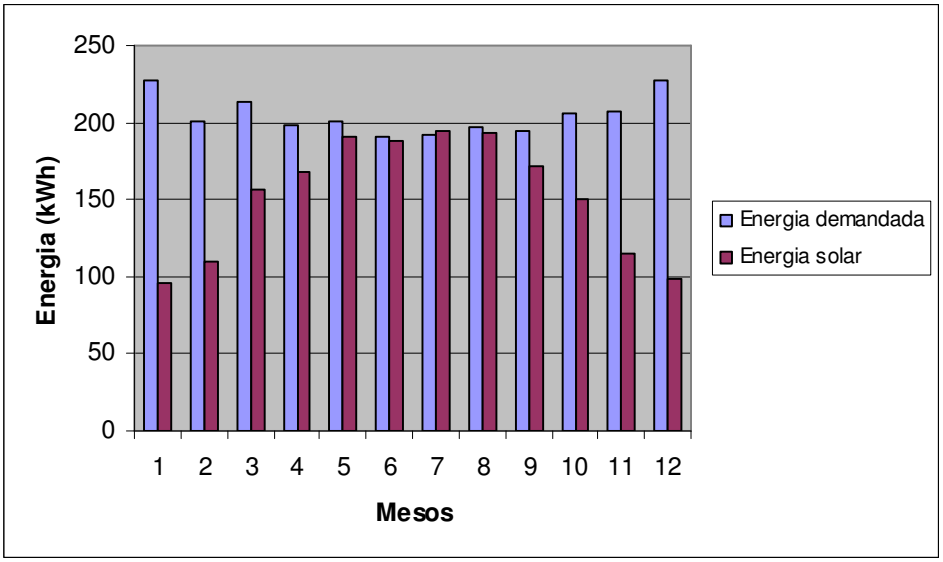


Fig.4. Gràfic comparatiu.

7.2. Acumulació de l'aigua calenta sanitària i sistema d'intercanvi

En tota instal·lació solar tèrmica destinada a un habitatge s'ha de preveure un acumulació de l'aigua calenta sanitària degut a la no simultaneïtat entre el consum i la generació.

Així doncs, a partir dels criteris de demanda, de les necessitats tèrmiques de la vivenda i de les característiques del conjunt de la instal·lació s'ha optat per instal·lar un acumulador amb bescanviador incorporat en el seu interior de la casa *Junkers* model *SO-160-E* el qual té una capacitat de 153 litres. Està format per un únic serpentí que té una capacitat de 4 litres i una superfície d'intercanvi de 0,6 m^2. La relació entre la superfície útil d'intercanvi i la superfície total de captació és de 0,26. d'aquesta manera compleix amb la normativa vigent on s'exigeix un mínim de 0,15.

En el seu defecte, si no es pot instal·lar el interacumulador citat, se n'utilitzarà un de característiques similars.

Per veure el procediment seguit per a la selecció del interacumulador i les característiques del model *Junkers SO-160-E* vegeu *Annex 6. Selecció i càlcul del dipòsit acumulador i sistema d'intercanvi* i *Annex 4. Característiques tècniques del interacumulador Junkers SO-160-1.*

7.3. Sistema auxiliar de recolzament

Per poder assolir la temperatura demandada per normativa (60ºC) i saben que no sempre la instal·lació solar podrà garantir-la, és necessari un sistema auxiliar de recolzament.

Es parteix d'un generador de calor que sigui capaç d'abastir tots els aparells de la vivenda. Es creu convenient utilitzar un sistema de producció instantània de gas que, o bé, pugui funcionar com a suport de la instal·lació solar, o bé, pugui funcionar completament independent en els períodes en que no sigui possible obtenir energia pel sistema solar. Per tant, tal i com cita la normativa, ha de ser capaç d'abastir tota la demanda energètica de la vivenda.

Aquest sistema el que fa és escalfar l'aigua just en el moment en que és demandada. L'aigua freda de la xarxa entra al generador de calor, travessant el regulador de cabal d'aigua, i accedeix al serpentí d'escalfament, sobre el que està incidint directament la flama del cremador. El calor que desprenen els cremadors és absorbit per l'aigua que circula pel serpentí, escalfant-se de manera contínua. Una vegada travessat el serpentí, l'aigua ja és apunt per ser consumida. Al tancar-se l'aixeta i frenar la circulació d'aigua, un pressòstat tanca el pas de gas al cremador, que s'apaga, romanent encesa la flama pilot.

El fet de combinar un sistema convencional amb un de solar fa que puguin donar-se diferents situacions:

- La temperatura de l'aigua procedent de l'acumulador pot ser inferior a 60ºC, d'aquesta manera el sistema de recolzament aportarà l'energia necessària per arribar als 60 ºC de consigna.
- La temperatura de l'aigua procedent de l'acumulador pot ser igual a 60ºC, d'aquesta manera el sistema de recolzament es mantindrà parat.
- La temperatura de l'aigua procedent de l'acumulador pot ser superior a 60ºC, això fa que el sistema auxiliar també estigui parat.

Aquest últim cas, per especificacions del CTE, obliga a instal·lar un sistema automàtic de mescla que limiti la temperatura de consum de l'aigua. Encara que el sistema de control solar està dissenyat per mantenir a temperatura del acumulador a 60ºC, es disposarà d'una vàlvula de 3 vies mescladora i motoritzada que evitarà subministrar l'aigua als usuaris a una temperatura superior als 60ºC.

Així doncs, s'ha optat per utilitzar una calentador instantani de gas natural de la casa *Junkers* model *WRS 325 K*, el qual és capaç de generar una rang de potències que va de 7 kW a 22,7 kW amb un rang de cabals de 2 a 6,5 l/min. En cas de no utilitzar el model descrit es pot usar un de característiques similars.

Vegeu Annex 9. Selecció i càlcul del sistema auxiliar de recolzament per la instal·lació d'aigua de la vivenda.

Vegeu Annex 16. Característiques tècniques del calentador Junkers WRS 325 K.

8. Instal·lació hidràulica de la vivenda

En aquest apartat es mostren els resultats obtinguts de realitzar tot el procediment per al dimensionat de la instal·lació de canonades i elements necessaris per a l'abastiment d'aigua sanitària a la vivenda. A l'*Annex 7. Dimensionat de la instal·lació d'aigua de la vivenda* es mostra amb detall la metodologia seguida i els càlculs necessaris per arribar a calcular tots els elements de la instal·lació.

8.1. Instal·lació de fontaneria per a aigua freda, AF

Com es coneix, la instal·lació es projecta en una vivenda unifamiliar aïllada composta per una planta soterrani, una planta baixa i una planta primera. En totes elles es fa arribar el subministra d'aigua en funció de les habitacions humides construïdes.

La companyia subministradora proporciona una pressió de 30 mca a peu de la parcel·la. Aquest valor serà imprescindible per determinar si la instal·lació requereix d'equip de pressió o no.

Referent als materials de la instal·lació, s'utilitza polietilè d'alta densitat PN≥10 kg/cm^2 per al tub d'alimentació ja que aquest tram va soterrat i la companyia utilitza la mateixa tipologia de material per abastir l'aigua de la zona. Pel que fa les canonades interiors de la vivenda (muntants i derivacions particulars) s'utilitzarà coure.

En els plànols adjunts al projecte es poden observar els circuits marcats de la instal·lació per a cada planta i es pot observar un esquema en perspectiva de tot el conjunt. En ells es pot veure també el trams estudiats marcats amb diferents lletres que ajuden a entendre el tram del que es parla en cada moment. *Vegeu plànols 10, 11, 13, 14, 15 i 16 de la documentació de plànols*.

A partir del procediment descrit a l'annex citat anteriorment s'arriba als valors de cabal instal·lat, coeficient de simultaneïtat i cabal simultani que es mostren a la taula.

Habitatge	
Cabal instal·lat, $Q_{instal·lat}$ (l/s)	2,75
Coeficient simultaneïtat, Kv	0,24
Cabal simultani, Q_{sim} (l/s)	0,65

Taula 12. Coeficients de simultaneïtat i cabals simultanis de tota la vivenda.

De la mateixa manera, per a les diferents habitacions humides es té:

Habitació humida	k_v	Q_{sim}
Cuina	1,00	0,35
Habitació Planxa magatzem	1,00	0,40
Bany de cortesia	1,00	0,20
Bany 1	0,71	0,28
Bany 2	0,71	0,28
Bany 3	0,71	0,28
Bany 4	0,71	0,28

Taula 13. Coeficients de simultaneïtat i cabals simultanis de les habitacions humides.

A partir dels cabals anteriorment s'obté els valors de les dimensions de les diferents canonades de la instal·lació.

Tram	**Q_{sim} (l/s)**	**D_{CTE} (mm)**	**DN_{com} (mm)**	**$D_{com\ int}$ (mm)**	**V_{real} (m/s)**
Tub alimentació	0,65	-	32,00	26,00	1,22
Muntant	0,65	20,00	28,00	26,00	1,22

Taula 14. Dimensionat tub d'alimentació i el muntant.

Tram	**$Q_{instal·lat}$ (l/s)**	**$D_{int\ calculat}$ (mm)**	**D_{CTE} (mm)**	**DN_{com} (mm)**	**$D_{com\ int}$ (mm)**
A-B	2,15	22,57	20,00	28,00	26,00
B-C	0,75	20,60	20,00	28,00	26,00
B-D	1,40	20,60	20,00	28,00	26,00

Taula 15. Dimensionat del les derivacions.

Tram	**$Q_{instal·lat}$ (l/s)**	**$D_{int\ calculat}$ (mm)**	**D_{CTE} (mm)**	**DN_{com} (mm)**	**$D_{com\ int}$ (mm)**
Cuina	0,35	17,24	20,00	22,00	20,00
Hab. planxa	0,40	18,43	20,00	22,00	20,00
Bany cortesia	0,20	13,03	20,00	22,00	20,00
Bany 1	0,40	15,49	20,00	22,00	20,00
Bany 2	0,40	15,49	20,00	22,00	20,00
Bany 3	0,40	15,49	20,00	22,00	20,00
Bany 4	0,40	15,49	20,00	22,00	20,00

Taula 12. Dimensionat dels compartiments.

Element	D_{CTE} (mm)	D_{com} (mm)	$D_{com\ interior}$ (mm)
Aigüera cuina	12	15	13
Rentaplats domèstic	12	18	16
Rentadora domèstica	12	22	20
Pica rentadora	12	18	16
Inodor amb cisterna	12	15	13
Rentamans	12	15	13
Dutxa	12	18	16
Lavabo	12	15	13

Taula 13. Dimensionat de les alimentacions als punts de consum.

Referent a les pèrdues de càrrega, es té:

Pc alçada manomètrica (mca)	7,70
Pc fregament (mca)	11,05
Pressió punt de consum (mca)	10,00
Pressió necessària en origen (mca)	**28,75**

Taula 14. Pressió requerida considerant el tram més desfavorable.

El tram més desfavorable correspon al d'arribar fins al bany 4 ja que el fet de que es trobi a una alçada major provoca majors pèrdues en la instal·lació.

Com es pot comprovar no es requereix de grup de pressió ja que la companyia subministra a peu de parcel·la un pressió de 30 mca.

8.2. Instal·lació de fontaneria per a aigua calenta sanitària, ACS

Per dimensionar aquesta part del conjunt de la instal·lació es segueix exactament el mateix procediment descrit per a l'aigua freda. En aquest cas els resultats obtinguts són els que es mostren a les següents taules.

Habitatge	
Cabal instal·lat, $Q_{instal·lat}$ (l/s)	1,13
Coeficient simultaneïtat, Kv	0,29
Cabal simultani, Q_{sim} (l/s)	0,32

Taula 15. Coeficients de simultaneïtat i cabals simultanis de tota la vivenda per l'ACS.

Tram	Q_{sim} (l/s)	$D_{int\ calculat}$ (mm)	D_{CTE} (mm)	DN_{com} (mm)	$D_{com\ int}$ (mm)
Muntant	0,32	16,60	20,00	22,00	20,00

Taula 16. Dimensionat i pèrdues de càrrega del tub d'alimentació i el muntant.

Tram	Q_{sim} (l/s)	$D_{int\ calculat}$ (mm)	D_{CTE} (mm)	DN_{com} (mm)	$D_{com\ int}$ (mm)
A'-B'	0,30	16,05	20,00	22,00	20,00
B'-C'	0,23	14,00	20,00	22,00	20,00
B'-D'	0,30	15,96	20,00	22,00	20,00

Taula 17. Dimensionat i pèrdues de càrrega del les derivacions.

Tram	Q_{sim} (l/s)	$D_{int\ calculat}$ (mm)	D_{CTE} (mm)	DN_{com} (mm)	$D_{com\ int}$ (mm)
Cuina	0,20	13,03	20,00	22,00	20,00
Hab. planxa	0,20	13,03	20,00	22,00	20,00
Bany cortesia	0,07	7,43	20,00	22,00	20,00
Bany 1	0,17	11,83	20,00	22,00	20,00
Bany 2	0,17	11,83	20,00	22,00	20,00
Bany 3	0,17	11,83	20,00	22,00	20,00
Bany 4	0,17	11,83	20,00	22,00	20,00

Taula 18. Dimensionat i pèrdues de càrrega dels compartiments.

Element	D_{CTE} (mm)	D_{com} (mm)	$D_{com\ interior}$ (mm)
Aigüera cuina	12	15	13
Rentaplats domèstic	12	18	16
Rentadora domèstica	12	22	20
Pica rentadora	12	18	16
Inodor amb cisterna	12	15	13
Rentamans	12	15	13
Dutxa	12	18	16
Lavabo	12	15	13

Taula 19. Dimensionat de les alimentacions als punts de consum.

Així doncs, es té:

Pc alçada manomètrica (mca)	7,70
Pc fregament (mca)	5,02
Pressió punt de consum (mca)	15,00
Pressió necessària en origen (mca)	**27,72**

Taula 20. Pressió requerida considerant el tram més desfavorable el bany 4.

Igual que en el cas de la instal·lació d'aigua freda, el tram més desfavorable correspon al d'arribar fins al bany 4 ja que el fet de que es trobi a una alçada major provoca majors pèrdues en la instal·lació.

La pressió obtinguda és inferior als 30 mca que subministra la companyia, per tant, ja és suficient per fer arribar l'aigua als punts de consum amb les condicions establertes.

8.2.1. Vas d'expansió del circuit secundari

En aquesta part de la instal·lació és necessària la utilització d'un sistema d'expansió permet absorbir l'augment de volum que es produeix en els fluids interiors de les canonades al escalfar-se i evitar així problemes de trencaments de canonades i elements de la instal·lació.

En aquest cas, s'ha optat per utilitzar un vas d'expansió tancat de 12 litres ja que es pot allotjar al interior de la vivenda a prop del interacumulador, quedant així resguardat de possibles gelades.

Els vasos d'expansió han d'anar col·locats a la zona més freda i a l'aspiració de la bomba ja que en aquests lloc és on està sotmès a menys pressió. Així doncs es situarà el vas d'expansió a l'entrada del interacumulador. A més, s'incorporarà una vàlvula de seguretat amb dispositiu de buidat i un manòmetre per a la correcte regulació del sistema.

Tal com dicta el fabricant del interacumulador, la pressió de tarat de la vàlvula de seguretat serà de 6 bar.

8.2.2. Aïllament de les canonada d'aigua calenta sanitària

El *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE),* especifica a la seva Instrucció Tècnica IT 1.2.4.2.1.2, taula 1.2.4.2.1 que es mostra a continuació, l'espessor mínim que han de tenir les canonades i accessoris que transporten fluids calents pel interior d'edificis.

Diàmetre exterior (mm)	Temperatura màxima del fluid (ºC)		
	40…60	>60…100	>100…180
D≤35	25	25	30
35<D≤60	30	30	40
35<D≤60	30	30	40
35<D≤60	30	40	50
140<D	35	40	50

Taula 21. Taula d'espessors mínims d'aïllaments en mm de canonades i accessoris que transporten fluids calents que discorren pel interior d'edificis.

Com s'ha pogut observar, els diàmetres de les canonades són inferiors a 35mm i la temperatura màxima del fluid són els 60ºC que fixa la normativa. Per tant, si s'observa la taula anterior, s'obté que el l'espessor a de l'aïllant a instal·lar ha de ser de 25mm en tota la instal·lació que transporta aigua calenta sanitària.

Pel que fa a les dilatacions tèrmiques que es puguin donar per efecte de les variacions de temperatura del fluid circulant, serà el instal·lador que, segons els punts de suport de que disposi per col·locar les canonades, seleccionarà quin mètode usarà per compensar-les.

8.3. Xarxa de retorn

Aquelles instal·lacions en les que la longitud de la canonada al punt més allunyat de consum sigui igual o major a 15 metres, haurà d'estar dotada d'una xarxa de retorn.

Si s'observa l'annex 7 es pot veure que per arribar al bany 3 de la planta baixa de la vivenda són necessaris més de 15 metres, ja que només el tram B'-D' requereix de 18,77 metres. És per aquest motiu que es fa obligatori la instal·lació de la xarxa de retorn que permetrà recircular l'aigua calenta provinent del interacumulador i garantir major confort en l'ús de la instal·lació per als ocupants.

Els requisits que especifica el *CTE* secció *DB HS 4* que ha de complir la xarxa de retorn són els que es citen a continuació:

- S'ha de calcular estimant que l'aixeta més allunyada tindrà una pèrdua, com a màxim, de 3ºC des de la sortida del acumulador.
- No es recircularà menys de 250 l/h (0,07 l/s) en cada columna (muntant o descendent).
- El cabal de retorn es considera com a mínim d'un 10% de l'aigua d'alimentació.
- El diàmetre del tub de retorn ha de ser com a mínim de 16 mm.

- El retorn discorrerà paral·lelament a la impulsió.
- A la base dels muntants es disposarà de vàlvules d'assentament per regular i equilibrar hidràulicament el circuit.

El fet de garantir una pèrdua no superior als 3ºC fins l'aixeta més allunyada, fa que s'hagi de calcular les pèrdues corresponents que es donen fins al punt més allunyat de la instal·lació, en aquest cas, el bany 3 situat a la planta baixa de la vivenda. Seguint tot el procediment descrit a l'annex 7 apartat 3, s'arriba als següents resultats:

Trams	**P_i (W)**
1' a 2'	3,68
2' a 3'	24,04
3' a 4'	29,82
4' a 5'	29,37
5' a 6'	50,21
6' a A'	4,81
A' a B'	36,67
B' a D'	382,87
D' a 7'	47,97
7' a 8'	30,08
Pèrdua total	639,53

Taula 22. Pèrdues de calor.

A partir de les pèrdues obtingudes, s'ha obtingut que si es fa circular una cabal de 0,051 l/s la pèrdua màxima de temperatura entre el interacumulador i el punt de consum més allunyat seria de 3ºC.

Cal tenir present però que la normativa no permet recircular menys de 0,07 l/s. Aquest fet fa que, al haver de recircular més cabal, la pèrdua de temperatura sigui encara menor, per tant, disminuiria en menys de 3ºC.

D'aquesta manera, i sabent que la normativa dicta que el diàmetre mínim de la canonada de retorn ha de ser de 16 mm, s'obté el següent dimensionat per a la canonada de retorn:

Q_{sim} (l/s)	**$D_{int\ calculat}$ (mm)**	**D_{CTE} (mm)**	**DN_{com} (mm)**	**$D_{com\ int}$ (mm)**
0,07	7,71	16,00	18,00	16,00

Taula 23. Dimensionat de la canonada de retorn

8.3.1. Bombes circuladores

Per tal de poder recircular el cabal anteriorment fixat és necessari disposar de bombes circuladores que el que fan és mantenir en moviment l'aigua per assegurar el grau de confort establert. Així doncs, no són bombes que augmentin la pressió del sistema. Per tant, no cal tenir en compte la pressió necessària a la sortida ni les pèrdues a les canonades ja que d'això ja se n'encarreguen els 30 mca provinents de la companyia.

Així doncs, s'ha optat per instal·lar una bomba de la casa Wilo model Star RS 25/2 que es capaç de proporciona un potencia de 0,007 kW. *Vegeu Annex 6. Característiques tècniques de bomba circuladora del circuit secundari.*

El CTE especifica que en instal·lacions superiors a 50 m^2 es disposaran dues bombes idèntiques en paral·lel, deixant-ne una de reserva, tan en el circuit primari com en el secundari. En aquest cas, com que l'àrea de captació és inferior i com que es tracta del circuit de retorn, es col·locarà només una bomba circuladora.

A la banda d'impulsió de la bomba circuladora es disposarà una vàlvula de tancament i una clau de pas i a la banda de l'aspiració, també es col·locarà una clau de pas. Així, en cas d'averia, la bomba podrà ser substituïda sense haver de buidar el circuit.

8.3.2. Aïllament de la canonada de recirculació

Tal i com s'especifica al *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)* a la seva Instrucció Tècnica IT 1.2.4.2.1.2, el espessor mínims d'aïllament de les xarxes de retorn serà igual al de les canonades d'impulsió. Per tant, com s'ha pogut veure anteriorment, s'utilitzarà aïllant amb un espessor de 25 mm.

8.4. Xarxa del circuit primari de la instal·lació solar

El cabal del fluid caloportador es determinarà segons les especificacions del fabricant de captadors com a conseqüència del disseny del seu producte. En el seu defecte, el valor estarà comprés entre 1,2 l/s i 2 l/s per cada 100 m^2 de xarxa de captadors. En aquest cas s'ha dimensionat la instal·lació partint d'un cabal de 0,032 l/s.

La normativa especifica el diàmetre mínim en funció de la potència que subministra l'equip. En aquest cas, com que el panell utilitzat en la instal·lació correspon a un equip de potència inferior a 50 kW correspon que el diàmetre mínim d'alimentació als panells que fixa la normativa sigui de 12mm.

Segons això, s'obté el dimensionat corresponent al circuit primari de la instal·lació.

Q_{sim} (l/s)	$D_{int\ calculat}$ (mm)	D_{CTE} (mm)	DN_{com} (mm)	$D_{com\ int}$ (mm)
0,032	5,21	12,00	12,00	10,00

Taula 24. Dimensionat del circuit primari.

Referent a les pèrdues de càrrega, tenint en compte que les pèrdues de pressió en el interacumulador són negligibles degudes al baix cabal que hi circula, es té que el conjunt pèrdues són:

Pc alçada manomètrica (mca)	9,400
Pc fregament (mca)	1,873
Pc interacumulador (mca)	-
Pc panell solar (mca)	0,143
Pressió necessària en origen (mca)	**11,416**

Taula 25. Pèrdues de càrrega en el circuit primari

En aquest cas no s'ha considerat la pressió a cap punt de consum perquè és un circuit tancat que té per missió transmetre calor de la placa a l'aigua del interacumulador.

D'aquesta manera, es dimensiona el grup de pressió per poder superar 11,416 mca.

8.4.1. Bombes circuladores

En aquest cas, degut a que és un circuit tancat, caldrà instal·lar una bomba que sigui capaç de superar les pèrdues anteriors calculades. Així doncs, degut a les característiques tècniques i a l'oferta de bombes del fabricant de la casa Wilo, s'ha optat per escollir la mateixa bomba que en el circuit de retorn. *Vegeu Annex 6. Característiques tècniques de bomba circuladora del circuit secundari.*

Com que es tracta del circuit primari de la instal·lació, es posaran dos bombes idèntiques en sèrie. Així, en cas d'averia d'una d'elles es tindrà l'altre per poder continuar amb la circulació.

Cal comentar que a la banda d'impulsió de les bombes circuladores es disposarà una vàlvula de tancament i una clau de pas i a la banda de l'aspiració, també es col·locarà una clau de pas igual que en el cas anterior.

8.4.2. Vas d'expansió del circuit primari

En aquest cas, a més del dimensionat usual en sistemes de calefacció tancats, el dipòsit d'expansió haurà de ser capaç de compensar el volum del mitjà de transferència de calor en tot el grup de captadors complet incloent totes les canonades de connexió entre ells i afegir-li un 10% a aquest.

En aquest cas s'ha optat per instal·lar un vas d'expansió tancat de 5 litres de capacitat.

El vas d'expansió anirà col·locat a la canonada de sortida del interacumulador, just abans de l'aspiració de la bomba. També s'incorporarà una vàlvula de seguretat amb dispositiu de buidat i un manòmetre per a la correcte regulació del sistema.

La pressió de tarat de la vàlvula de seguretat serà de 6 bar.

8.4.3. Aïllament del circuit primari

El *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE),* especifica a la seva Instrucció Tècnica IT 1.2.4.2.1.2, taula 1.2.4.2.2 que es mostra a continuació, l'espessor mínim que han de tenir les canonades i accessoris que transporten fluids calents per l'exterior d'edificis.

Diàmetre exterior (mm)	Temperatura màxima del fluid (ºC)		
	40…60	>60…100	>100…180
D≤35	35	35	40
35<D≤60	40	40	50
35<D≤60	40	40	50
35<D≤60	40	50	60
140<D	45	50	60

Taula 26. Taula d'espessors mínims d'aïllaments en mm de canonades i accessoris que transporten fluids calents que discorren per l'exterior d'edificis.

Com s'ha pogut observar, els diàmetres de les canonades són inferiors a 35mm i considerant una temperatura màxima del fluid de treball de 90ºC, s'obté que el l'espessor a de l'aïllant a instal·lar ha de ser de 35mm en tota la instal·lació que transporta fluid de treball calent.

Com també cita el mateix apartat, quan les canonades o equips estiguin instal·lats a l'exterior de l'edifici, la terminació final de l'aïllament tindrà una protecció suficient contra el intempèrie. Per tant, els trams que discorren per l'exterior de la vivenda, es protegiran amb funda d'alumini per fer front a les degradacions mediambientals que es puguin donar.

8.4.4. Fluid de treball del circuit primari

Segons dicta el CTE, el fluid caloportador es seleccionarà d'acord amb les especificacions del fabricant dels captadors. Es poden utilitzar com a fluids en el circuit primari; aigua de la xarxa, aigua desmineralitzada o aigua amb additius, segons les característiques climatològiques del lloc de la instal·lació i de la qualitat de l'aigua utilitzada. A més s'ha de complir amb les especificacions següents:

- El fluid de treball tindrà un pH a 20ºC entre 5 i 9.
- La salinitat de l'aigua del circuit primari no excedirà de 500 mg/l totals de sals solubles. En cas de no disposar d'aquest valor es prendrà el de la conductivitat com a variable limitant, no sobrepassant els 650 µS/cm.
- El contingut de sals de calci no excedirà de 200 mg/l, expressats en contingut de carbonat càlcic.
- El límit de diòxid de carboni lliure contingut en l'aigua no excedirà de 50 mg/l.

A l'apartat 3.2.2.2. *Protección contra heladas* del *DB HS-4*, s'especifica que la instal·lació estarà protegida, amb un producte químic no tòxic el qual el seu calor específic no serà inferior a 3 kJ/kg·K a 5ºC per sota de la temperatura mínima històrica registrada a la zona amb l'objectiu de no produir danys en el circuit primari de captadors per gelades.

Així doncs, s'ha optat per utilitzar fluid anticongelant/anticorrosiu de la casa *TYFO* model *TYFOCOR L* ja que és el que millor s'adequa a les necessitats de la instal·lació. La composició de fluid de treball i aigua serà del 25 % i del 75% respectivament. D'aquesta manera, el volum de fluid de treball serà de 2,33 litres mentre que el d'aigua serà de 6,99 litres.

Per veure amb major detall el procediment de càlcul i selecció del fluid de treball vegeu *Annex 8. Selecció i càlcul del fluid de treball per a la instal·lació d'aigua calenta sanitària de la vivenda.*

Per a observar les característiques tècniques del fluid TYFO model TYFOCLOR L, vegeu A*nnex 18. Característiques tècniques del fluid de treball TYFO model TYFOCLOR L.*

8.5. Vàlvules de la instal·lació hidràulica de la vivenda

En aquest apartat es mostra les diferents tipologies de vàlvules que han d'instal·lar-se a tota la xarxa hidràulica de la vivenda. Això garantirà la seguretat, el bon funcionament i durabilitat de la instal·lació. Al *plànol 10. Esquema de principi de la vivenda* i *plànol 11.*

Instal·lació de l'aigua de la vivenda de la documentació de plànols es mostren tots els elements a disposar.

8.5.1. Vàlvules de seguretat

Permeten limitar la pressió del circuit i així protegir els components de la instal·lació. Els punts més delicats són el captador, els vasos d'expansió i calentador auxiliar. Així doncs, es col·locarà una vàlvula de seguretat tarada a un pressió màxima de 6 bar a l'entrada del captador. En els vasos d'expansió, tal i com s'ha comentat anteriorment i segons la disposició que es mostra a l'esquema de principi del plànol 10, es col·locarà una vàlvula de seguretat a cadascun d'ells, tarada a un pressió de 6 bar. A l'entrada del calentador es disposarà una altre vàlvula de seguretat tarada 10 bar. Així doncs, es té:

Vàlvula	Ø	P_{tarat} (bar)	Unitats
Vàlvula de seguretat per a vas d'expansió de 5l	1/2"	6	1
Vàlvula de seguretat per a vas d'expansió de 12l	3/4"	6	1
Vàlvula de seguretat per a entrada captador	1"	6	1
Vàlvula de seguretat per a entrada calentador	1"	10	1

Taula 27. Vàlvules de seguretat.

8.5.2. Vàlvula de tres vies

Com s'ha comentat anteriorment, en coordinació amb el sistema de seguretat del control solar, es disposarà d'una vàlvula de 3 vies de 3/4" motoritzada a la sortida del calentador i amb connexió directe de la xarxa de subministra públic. D'aquesta manera, es regularà la temperatura de l'aigua a subministrar als usuaris garantint la seva seguretat.

8.5.3. Vàlvula de pas

Les vàlvules o claus de pas permetran regular la circulació del fluids per tota la xarxa hidràulica de la vivenda. Es disposaran de tal manera que per mitjà del seu tancament o obertura, en cas de substitució d'algun dels elements de la instal·lació, evitin haver de

buidar les canonades, estalviant fluid i temps en la seva purga posterior. Així doncs, fent un recompte de tots els trams que requereixen claus de pas i atenent als diferents diàmetres de canonades de la instal·lació es té:

Vàlvules de pas	
Ø	**Unitats**
1 1/4"	6
1"	20
1/2"	10

Taula 28. Vàlvules de pas.

8.5.4. Vàlvula antiretorn

Per tal d'evitar la circulació de fluid en sentit contrari al establert, es disposaran vàlvules antiretorn de manera que es garanteixi la seguretat i durabilitat de la instal·lació. Així doncs, es requereixen les següents vàlvules:

Vàlvules antiretorn	
Ø	**Unitats**
1 1/4"	2
1"	2
3/4"	2
1/2"	3

Taula 29. Vàlvules antiretorn.

8.6. Purgadors de la instal·lació hidràulica de la vivenda

Amb la finalitat d'eliminar l'aire generat en el interior de les canonades i per tal de garantir la seguretat i el bon funcionament de la instal·lació, es col·locaran purgador automàtics en tots aquells punts de la instal·lació on hi pugui haver risc d'acumulació d'aire i on la seva evacuació sigui apte per la continuïtat del funcionament del sistema. Així doncs, s'instal·laran purgadors automàtics als següents punts:

- Als finals dels trams de canonades verticals d'aquelles instal·lacions que transportin fluids calents.
- A la part més alta del interacumulador, just on es dóna la sortida d'aigua calenta sanitària.

- En coordinació amb els vasos d'expansió evitant així el mal funcionament dels mateixos.
- Al conducte de sortida del captador que condueix el fluid de treball cap al interacumulador.

D'aquesta manera, es disposen els següents purgadors:

Purgadors automàtics	
Ø	**Unitats**
3/4"	5
1/2"	2

Taula 30. Vàlvules antiretorn.

8.7. Sistema de control

El sistema de control assegurarà el correcte funcionament de les instal·lacions, procurant obtenir un bon aprofitament de l'energia captada i subministrant un ús adequat del sistema de recolzament auxiliar. Efectuarà el control del funcionament dels circuits i dels sistemes de protecció i seguretat contra sobreescalfaments i gelades.

El control de funcionament normal de les bombes del circuit de captadors haurà de ser de tipus diferencial i haurà d'actuar en funció de la diferència entre la temperatura del fluid caloportador a la sortida del captadors i la del dipòsit d'acumulació. Els sistema de control actuarà de manera que la bomba del circuit primari no estigui en marxa quan la diferència de temperatures sigui menor de 2ºC i que es posin en marxa quan la diferència sigui major de 7ºC. La diferència de temperatures entre els punts d'arrencada i parada del termòstat diferencial no serà menor que 2ºC.

La sonda de temperatura per al control diferencial es col·locarà a la part superior del captador de manera que representi la màxima temperatura del circuit de captació. El sensor de temperatura del interacumulador es col·locarà preferentment a la part inferior en una zona no influenciada per la circulació del circuit secundari.

El sistema de control assegurarà que en cap cas s'assoleixin temperatures superiors a les màximes suportades pels materials, components i tractaments dels circuits. En cap cas la temperatura del fluid de treball no descendirà per sota una temperatura tres graus superior a la de congelació del fluid.

Donat que s'ha projectat una instal·lació amb circuit de recirculació, el sistema de control haurà de mantenir en funcionament la bomba circuladora dissenyada per a tal fi.

Així doncs, el control de la instal·lació solar projectada es realitza a partir d'una central de regulació electrònica de la casa ROCA model CS-10 o en el seu defecte un que presenti característiques similars. *Vegeu Annex 21. Característiques tècniques de la central solar* ROCA CS-10.

9. Instal·lació solar de la piscina

En aquest apartat es mostra tots els factors utilitzats per a la implementació de la instal·lació solar de la piscina. Així doncs, es determinen les necessitats energètiques de la piscina per al càlcul de l'energia tèrmica a disposar per assolir l'escalfament de l'aigua de la piscina. Tanmateix, igual que en el cas de la instal·lació solar de la vivenda s'estudien deferents captadors per seleccionar el que millor s'adapta als requeriments de la piscina.

9.1. Necessitats tèrmiques de la piscina

A l'*Annex 4. Càlcul de les necessitats tèrmiques de la piscina* es descriu tot el procediment de càlcul i tots els factors a tenir en compte per determinar la despesa energètica del vas de la piscina. S'ha realitzat el càlcul de cadascuna de les pèrdues i guanys que es poden donar en el vas d'un piscina, per poder arribar a determinar quina calor és necessària aportar per mantenir l'aigua a una temperatura de 25ºC. Aquest càlcul és el que permet arribar a determinar la superfície de captació solar per escalfar l'aigua.

Així, sabent que la despesa energètica es calcula a partir d'un balanç on intervenen pèrdues de calor per evaporació, pèrdues o guanys de calor per radiació, guanys de calor per convecció, pèrdues de calor per renovació de l'aigua de la piscina, pèrdues de calor per conducció a través dels murs i la solera de la piscina i el calor guanyat per la radiació solar incident al vas de la piscina, s'obté els següents resultats:

Mes	Q_{ev} [kWh/mes]	Q_{rad} [kWh/mes]	Q'_{conv} [kWh/mes]	Q_{re} [kWh/mes]	Q_{cond} [kW·h/mes]	Q_i [kWh/mes]	Q_t [kWh/mes]
Gener	26946	11619	5422	807	3041	10154	37682
Febrer	24045	10209	4593	687	2773	13015	29293
Març	25639	10749	4614	668	2492	20725	23437
Abril	23556	9725	3911	557	2459	26790	13418
Maig	21088	8567	2963	529	2634	33223	2559
Juny	16615	6580	1662	467	2254	34723	-7144
Juliol	14219	5342	674	437	2419	34895	-11806
Agost	12372	4850	471	483	2436	30490	-9878
Setembre	15642	5977	1313	512	2364	23965	1843
Octubre	19193	8116	2607	576	2572	16473	16590
Novembre	24223	9832	4209	647	3146	11542	30515
Desembre	26272	11207	5051	807	3073	9019	37392

Taula 31. Resultats de la demanda energètica de la piscina.

La última columna mostra el valor total d'energia mensual demandada per la piscina. Cal tenir present que, tot i que s'han calculat tots els mesos de l'any, la instal·lació solar destinada a la piscina es dimensiona per a ser utilitzada del mes d'abril al mes de setembre. Per aquest motiu s'han senyalat de color blau.

9.2. Manta tèrmica

En la realització dels càlculs mostrats, tal i com s'explica a l'annex anteriorment citat, es considera l'ús d'una manta tèrmica que fa reduir el valors global de pèrdues considerablement. El fet d'utilitzar un sistema d'estalvi energètic com aquest fa que en els mesos de Juny, Juliol i Agost no sigui necessari l'ús del sistema solar per escalfar l'aigua de la piscina. S'ha pogut comprovar que sense l'ús de la manta tèrmica seria imprescindible tenir funcionant la instal·lació solar per arriba a la temperatura consigna de 25 ºC.

Així doncs, s'ha optat per instal·lar una manta tèrmica de PVC sense bombolles de la casa *Ingerclima* model *Capcover Recessed Undertrack.* Aquesta manta està pensada expressament per a piscines rectangulars de nova construcció o rehabilitació. El motor queda allotjat a un caixó sota terra i les guies queden sota la coronació de la piscina. Com que és un element que es dissenya expressament per a cada piscina cal sol·licitar les característiques tècniques a l'empresa encarregada de la seva fabricació. En cas de no poder utilitzar el model i marca recomanats se'n disposarà una de característiques similars.

9.3. Càlcul captadors solars

A partir del càlcul de la demanda energètica de la piscina es determina el nombre de superfície de captació necessari per a l'escalfament de l'aigua de la piscina.

Tot el càlcul i procediment realitzat per arribar a determinar quin dels captadors estudiats i quina àrea requereix el sistema objecte d'estudi es mostra a l'*Annex 5. Càlcul de la superfície de captació per l'escalfament de l'aigua de la piscina.*

En els següents subapartats es mostra els resultats obtinguts i les dades més rellevants per arribar a determinar la solució proposada.

9.3.2. Energia procedent del sol

S'han estudiat 6 models de captadors diferents; tres dels quals són col·lectors solars especials per a escalfament de piscines i els altres tres són el captadors solars plans analitzats en l'abastiment d'aigua calenta sanitària de la vivenda. Els tres primers són un tipus de captador que s'acostumen a fabricar de materials plàstics, com PVC o polipropilè, els quals són de reduït cost i d'elevada flexibilitat ja que poden ser instal·lats directament sobre qualsevol element estructural de la vivenda i en mòduls per poder-los adequar a la demanda energètica. Són sense coberta, pel que tenen un elevat coeficient de pèrdues però donen bons resultats per a piscines exteriors a les quals se'ls hi vol allargar la temporada de bany. D'aquesta manera es té:

Tipologia del captador	**Fabricant**	**Model**
Col·lectors piscina	Roth	Rothpool
	Solapool	2000
		2001
		2002
		2003
		2004
		2005
	Amordad	AM-Polysol HC-50
		AM-Polysol HC-40
		AM-Polysol HC-38
		AM-Polysol HC-30
Col·lector solar pla		
	Wolf	TopSon F3
	Roca	PS 2.4
	Junkers	Excellence FKT 1S

Taula 32. Marques i models dels captadors.

Per a cada un d'ells s'ha fet un estudi per determinar quin és el que millor s'adapta a les necessitats de la instal·lació. Pel cas dels panells piscina, com que es recolzen directament sobre la coberta on s'instal·len, queden subjectes a la inclinació d'aquesta, tot i que s'ha de tenir en compte que aquest tipus de panell requereixen d'una inclinació mínima de 15º. Així, en el seu càlcul s'ha considerat una orientació i inclinació de $\alpha = 30º$ i $\beta = 15º$. Pel cas dels panells solars plans, s'ha considerat que podrien ser recolzats utilitzant suports que permeten inclinar-los sobre la mateixa coberta que els anteriors, donant-se orientació i inclinació de $\alpha = 0º$ i $\beta = 41º$. Per aquest cas no s'han estudiat més inclinacions ja que al realitzar primers els càlculs amb els captadors tipus piscina i

seguidament els plans a 41º ja s'ha vist quina de les opcions era la és recomanable *Vegeu plànols 5, 6, 7, 8 i 9 de la documentació de plànols*.

Així doncs, fruit d'aquest estudi s'ha obtingut que la millor opció de tots els captadors analitzats és utilitzar el de la marca *Solapool* model *2005* a la inclinació que dicta el fabricant de 15º. *Vegeu Annex 22. Característiques tècniques del captador solar Solapool de la instal·lació de la piscina.*

Referent a la pèrdua per ombres, en aquest cas, l'únic obstacle que pot influir en les pèrdues de radiació és la que fa referència al relleu de la zona. Com que el panells s'ubiquen al porxo que dóna a la piscina, no hi a cap element constructiu de l'edifici que pugui intervenir. Degut a la proximitat dels 2 camps de captació de les dues instal·lacions que es projecten i a la inapreciable variació de l'angle d'elevació del terreny respecte la horitzontal i l'angle azimut respecte el sud, es pot considerar que les pèrdues degudes al relleu són les mateixes que les calculades en la instal·lació per l'abastiment de l'aigua calenta sanitària de la vivenda. D'aquesta manera, el valor de percentatge de pèrdues a considerar és del 5,54 % de la radiació global anual que rep l'àrea de captació. Això dóna lloc a una factor de reducció per ombres de $\delta = 0{,}9446$.

El captador seleccionat s'ha estudiat segons els valors de radiació solar publicats a l'*Atles de Radiació Solar de Catalunya* per l'*Institut Català de l'Energia (ICAEN)* a partir dels valors a $\alpha = 30º$ i $\beta = 15º$, considerant un factor de correcció i inclinació $\gamma = 0{,}9$ i un factor de reducció per ombres $\delta = 0{,}9446$. Tot això ha donat lloc a una radiació solar efectiva o energia útil rebuda cada mes de:

Mes	E_u (kWh/m^2)
Gener	2,23
Febrer	2,93
Març	3,93
Abril	4,93
Maig	5,65
Juny	5,98
Juliol	5,87
Agost	5,33
Setembre	4,42
Octubre	3,37
Novembre	2,48
Desembre	2,05

Taula 33. Energia útil rebuda.

Tal i com s'ha comentat anteriorment , tot i que s'han calculat tots els mesos de l'any, la instal·lació es projecte pels mesos d'Abril a Setembre.

A partir dels valors de radiació solar efectiva es calcula l'energia útil mensual disponible per unitat de superfície. Aquests valors són funció del rendiment específic de cada col·lector, en aquest cas, pel captador *Solapool* model *2005.*

Prèviament es calculen els valors d'irradiació solar incident que són necessaris pel càlcul del rendiment dels col·lectors, obtenint així els següents resultats:

Mes	**I (W/m^2)**
Gener	385
Febrer	466
Març	595
Abril	601
Maig	689
Juny	657
Juliol	605
Agost	599
Setembre	574
Octubre	552
Novembre	477
Desembre	435

Taula 34. Irradiació solar.

La corba de rendiment del captador *Solapool* model *2005* és la següent:

$$\eta = 0{,}817 - 18{,}7 \cdot \frac{\Delta T}{I}$$

Cal remarcar que el fet que en aquests tipus de captadors no es dóna el coeficient quadràtic de pèrdues K_2 pel fet que al ser un captador sense coberta i tenir unes pèrdues lineals grans fa que directament ni s'arribi a estudiar, com també passa amb alguns captadors solars plans.

A continuació es mostren els resultats obtinguts dels diferents valors de rendiment pels diferents mesos de l'any segons els salts tèrmics i irradiació:

Mes	Rendiment
Gener	0,24
Febrer	0,40
Març	0,58
Abril	0,68
Maig	0,79
Juny	0,90
Juliol	0,95
Agost	0,96
Setembre	0,89
Octubre	0,75
Novembre	0,57
Desembre	0,37

Taula 35. Rendiment del captador.

A partir dels rendiments mensuals obtinguts del captador i de les radiacions solars efectives o energia útil que arriba a la placa, a continuació es determina l'energia útil per escalfar l'aigua. Si es té en compte, segons la normativa, que el 10% de pèrdues és generada pels elements de la instal·lació, s'obtenen els següents resultats mensuals i el total anual d'energia útil dels captadors:

Mes	E. útil per mes (kWh/m^2)
Gener	15
Febrer	30
Març	63
Abril	90
Maig	124
Juny	145
Juliol	156
Agost	142
Setembre	106
Octubre	71
Novembre	38
Desembre	21
Total d'Abril, Maig i Setembre	321

Taula 36. Energia útil dels captadors.

Com s'ha pogut observar a la taula 31 de les demandes energètiques de la piscina, en els mesos de Juny, Juliol i Agost són negatives. Aquest fet fa que la piscina no requereixi d'aportació energètica per part dels captadors. Així doncs, el que s'ha fet és considerar

que la despesa energètica del conjunt de mesos a utilitzar la piscina són els que corresponen als mesos de Abril, Maig i Setembre, on la despesa energètica és positiva i, per tant, es requereix d'aportació energètica per part dels captadors. Per tant, a la columna d'energia útil per mes (kWh/m^2), s'ha sumat també el mesos corresponents a Abril, Maig i Setembre ja que aquests mesos són els que intervindran en aportar energia al sistema. Tot això influeix en el càlcul de la superfície de captació de la piscina, la qual quedarà subjecte a les necessitats tèrmiques dels mesos citats.

A partir d'aquí s'obté la superfície requerida per les necessitats de la instal·lació i els nous valors d'energia total solar final adequada al captador seleccionat. Així doncs, s'ha obtingut que són necessaris 8 panells per abastir les necessitats tèrmiques de la piscina. Això dóna lloc a una àrea total de captació de 57,60 m^2.

Per tant, l'energia útil final que serà aportada al fluid caloportador mensual és:

Mes	**E. total solar (kWh)**
Gener	877
Febrer	1711
Març	3645
Abril	5179
Maig	7163
Juny	8326
Juliol	9007
Agost	8184
Setembre	6126
Octubre	4084
Novembre	2206
Desembre	1202

Taula 37. Energia total procedent del sol.

A la taula que es mostra a continuació es pot observar l'energia requerida per aigua, l'energia solar aportada per la instal·lació, la cobertura que permet veure el tant per cent que prové d'energia solar i la diferència entre l'energia requerida i la aportada pel sol per a cada més de l'any:

Mesos	Qt [kWh/mes]	E. total solar (kWh)	Cobertura (%)	Variació Energètica (kWh)
Gener	37682	877	2,3	-36805
Febrer	29293	1711	5,8	-27582
Març	23437	3645	15,6	-19790
Abril	13418	5179	38,6	-8239
Maig	2559	7163	279,9	4604
Juny	-7144	8326	-	15471
Juliol	-11806	9007	-	20813
Agost	-9878	8184	-	18062
Setembre	1843	6126	332,4	4289
Octubre	16590	4084	24,6	-12501
Novembre	30515	2206	7,2	-28309
Desembre	37392	1202	3,2	-36190

Taula 38. Taula paràmetres pel compliment de la normativa.

Com s'observa, el mes d'Abril, no s'arribarà a assolir la temperatura de 25ºC de l'aigua de la piscina. Com que no es pot regular de cap manera, el que es mostra a continuació és el valor mig aproximat de la temperatura a la que pot arribar l'aigua amb la instal·lació projectada i segons els valors de les previsions energètiques que s'han utilitzat pel càlcul.

Mesos	Increment de la Temp. [ºC]	Temp. assolible aigua [ºC]
Gener	0,4	7,9
Febrer	1,0	9,5
Març	2,3	12,8
Abril	4,8	17,4
Maig	32,0	45,6
Juny	-	-
Juliol	-	-
Agost	-	-
Setembre	38,0	51,6
Octubre	3,1	15,6
Novembre	1,0	11,6
Desembre	0,6	8,1

Taula 39. Temperatures.

Així doncs, els mesos als quals s'arribaria a la temperatura consigna de 25ºC són els de Maig, Juny, Juliol, Agost i Setembre. En els mesos de Juny, Juliol i Agost, com s'ha comentat, no es requereix de l'ús de la instal·lació pel fet que la radiació incident sobre el vas de la piscina és capaç de compensar les pèrdues que en ella es donen. És per aquest motiu que no s'ha calculat la cobertura. Al Maig i al Setembre, la cobertura supera en escreix el 100%. En aquest cas, l'automatització de la instal·lació, en el moment en que s'arribi a la temperatura de consigna, deixarà de funcionar i es reactivarà en cas que la temperatura descendeixi, donant lloc a una cobertura del 100% i no com es mostra del 279,93% ni del 332,40%.

En aquest tipus d'instal·lacions no hi ha una normativa que prohibeixi certs valors de cobertura com en el cas de les instal·lacions destinades a l'abastiment d'aigua calenta sanitària. Aquest fet dóna lloc a que els valors obtinguts siguin acceptables. De fet, no hi ha cap normativa que reguli les demandes energètiques ni les cobertures mínimes a assolir per instal·lacions solars en climatització de piscines exteriors. Un dels requisits fonamentals que si es cita al *Código Técnico de la Edificación (CTE)* – Secció *HE-4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria*, és la prohibició de l'ús d'energia auxiliar convencional per a aquest tipus d'instal·lacions.

10. Instal·lació hidràulica de la piscina

En aquest apartat es mostren els resultats obtinguts de realitzar tot el procediment per al dimensionat de la instal·lació de canonades i elements necessaris per al circuit de depuració i el circuit solar de la piscina. A l'*Annex 10. Dimensionat de la instal·lació hidràulica de la piscina* es mostra amb detall la metodologia seguida i els càlculs necessaris per arribar a calcular tots els elements de la instal·lació.

10.1. Elements del cicle de depuració de la instal·lació

En aquest apartat es mostra tots els elements a disposar en el cicle de depuració de la piscina. Tot ells s'han calculat i seleccionat segons els criteris descrits a l'annex 10 anteriorment citat, on també es mostra les característiques tècniques de cadascun d'ells.

Les dades de partida per dur a terme el dimensionat són les que es mostren a la següent taula:

Dades inicials	
Volum de la piscina (m^3)	367,2
Superfície de la làmina d'aigua (m^2)	204
Velocitat de filtració ($m^3/h \cdot m^2$)	50
Temps de recirculació (h)	8

Taula 40. Periodicitat de renovació de l'aigua.

Per poder fer un seguiment dels elements que es citen a continuació es recomana veure els plànols 17 i 18 de la documentació de plànols conjuntament amb l'annex 10.

10.1.1. Filtre

El filtre a instal·lar s'ha seleccionat admeten un una velocitat de filtració de 50 $m^3/(m^2 \cdot h)$ i, degut a les dimensions de la piscina, es requereix d'un temps de recirculació de l'aigua de 8h.

Segons les condicions del cas objecte d'estudi, ha de ser capaç de filtrar un cabal de 45.900 l/h i tenir una àrea del llit filtrant mínima de 0,918m^2.

S'ha optat per col·locar un filtre de sorra de sílex de la casa Coral model 92 el qual compleix amb el requisits calculats. En el seu defecte, se'n posarà un de característiques similars. Les característiques del llit filtrant són les que es mostren a continuació:

Característiques del llit filtrant	
Cabal (m^3/h)	48,00
Diàmetre interior (m)	1,10
Alçada (m)	1,26
Diàmetre de sortida (")	3,00
Quantitat de sílex (kg)	850,00

Taula 41. Característiques del llit filtrant.

10.1.2. Skimmers

El nombre de skimmers s'ha calculat considerant que absorbeixen el 70% del cabal total a recircular. Això dóna lloc a que absorbeixin un total de 32,13 m^3/h. En aquest cas s'ha optat per utilitzar un model de la casa Gadea model 252. En el seu defecte se'n col·locarà un de característiques similars.

El cabal d'aspiració recomanat pel fabricant és de 7,5 m^3/h, això fa que el nombre total d'aparells a instal·lar és 5 skimmers. El fet de col·locar-ne 5 permetrà que el cabal aspirat pugui ser major del necessari, podent arribar a absorbir un total de 37,5 m^3/h.

Pel que fa a la seva disposició en el vas de la piscina, cal que el nivell de l'aigua no sobrepassi la meitat de la boca del skimmer i, quan s'ha de col·locar un nombre reduït de skimmers, es posaran de tal manera que el vent afavoreixi l'entrada d'aigua. El que succeeix normalment és que al haver d'instal·lar un nombre elevat de skimmers s'acaben col·locant per tot el contorn de la piscina, de manera que comprenguin totes les direccions del vent.

Un altre requisit a tenir en compte és que els skimmers han d'estar com a mínim a una distancia de 60 cm de les cantonades de la piscina.

En el cas objecte d'estudi, el vent acostuma a tenir direcció nord-oest, però degut a que s'han d'instal·lar un total de 5 skimmers s'ha optat per una distribució que absorbeix l'entrada d'aigua a tots els skimmers. Cal tenir en compte que les boques d'impulsió es poden distribuir de tal manera que s'afavoreixi l'entrada d'aigua pels skimmers.

10.1.3. Desaigües

Al igual que en el cas dels skimmers, en els desaigües es considera que s'ha d'absorbir el 30 % del cabal a recircular. En alguns casos no s'utilitzen els desaigües com un sistema d'aspiració d'aigua per a la recirculació i, únicament, es fan servir per si és necessari

buidar la piscina. En aquest cas s'ha considerat que sí en formin part ja que això permet mantenir el fons de la piscina més net i, d'aquesta manera, també s'aconsegueix un moviment més repartit de l'aigua a recircular.

Cal tenir en compte que la seva funció també és la de poder buidar la piscina en cas de necessitat i és per això que s'ha de tenir present en el seu dimensionat, evitant tenir un temps de buidat massa prolongat.

En aquest cas, s'ha optat per utilitzar un model de la casa Gadea model 1457. En el seu defecte se'n col·locarà un de característiques similars. Així doncs es disposaran 2 desaigües repartits tal i com es pot veure al plànols.

En el cas de necessitat de buidar la piscina s'ha calculat que la seva durada és de poc més de 14 h. Valor que es considera apte, ja que si es té en compte el horari al qual es dóna ús a una piscina es pot deixar buidar durant la nit i així, pel matí, poder dur a terme les tasques de neteja i manteniment.

10.1.4. Boques d'impulsió

Les boques d'impulsió retornaran l'aigua al vas de la piscina un cop hagi estat filtrada. Així doncs, s'ha optat per utilitzar-ne de la casa Gadea model T50 amb un diàmetre de sortida de 25 mm i una capacitat d'impulsió de 7 m^3/h. Això fa que s'hagin de col·locar 7 boques d'impulsió. En el seu defecte se'n col·locarà un de característiques similars.

Pel que fa a la seva disposició dins el vas de la piscina, es col·locaran a 20 cm per sota el nivell de l'aigua, de tal manera que afavoreixin l'entrada d'aigua als skimmers. De totes maneres, la seva orientació és totalment modificable i, un cop posada en funcionament la piscina es veurà amb major facilitat si és totalment apte pel funcionament de la mateixa

10.1.5. Boca d'aspiració

També anomenada presa del netejafons. Va connectat a l'equip de bombeig i serveix per poder utilitzar l'aparell destinat a xuclar la brutícia del fons de la piscina. Es situa a 15 cm per sota el nivell de l'aigua i porta un tap per protegir als usuaris o l'entrada d'algun objecte quan no té el netejafons connectat.

El conducte de presa d'aspiració estarà connectat de tal manera que permetrà utilitzar el robot netejafons totalment independent o amb combinació amb el sistema de recirculació de la piscina. Tot depenent de les necessitats d'aquesta i del cicle de manteniment que

s'hagi de dur terme. El cabal aspirat depèn del tipus de robot que se li connecti. N'hi ha que tenen sistemes automàtics de regulació de cabal d'aspiració.

En el cas objecte d'estudi, s'ha optat per instal·lar una boca d'aspiració casa Gadea model D/50 de 50 mm de diàmetre.

La boca d'aspiració es col·locarà a la paret de la piscina més propera a l'habitació on s'allotjarà tota la maquinaria de la instal·lació. Així, es reduirà el nombre de metres de canonades i les pèrdues fins arribar a l'equip de bombeig.

10.1.6. Regulador del nivell de l'aigua de la piscina

Per mantenir el nivell de l'aigua del vas de la piscina s'instal·larà un regulador de nivell el qual estarà connectat a un derivació provinent de la xarxa de subministrament d'aigua.

Degut a l'evaporació produïa durant el dia i a les possibles esquitxades generades pels usuaris, la piscina va perdent aigua reduint el seu nivell normal. Si la piscina s'arribés a buidar considerablement, fins assolir el nivell de la boca d'aspiració o de les boques d'impulsió, fet que no acostuma a donar-se, podria arribar a malmetre la instal·lació. És per aquest motiu que s'acostuma a instal·lar un regulador de nivell, el qual funciona amb un boia i una vàlvula, que permet mantenir sempre la piscina en el nivell prefixat. En aquest cas, s'ha optat per escollir-ne un de la casa Gadea. En el seu defecte se'n col·locarà un de característiques similars.

10.1.7. Vàlvules

En la instal·lació de la piscina hi ha 2 tipus diferents de vàlvules; una d'elles és la vàlvula multivia que porta incorporada el filtre i que s'ha explicat i comentat a l'apartat 6.4 d'aquest document, i l'altre tipus és un vàlvula de pas que s'instal·la als següents punts:

- Entrada del col·lector de la bomba del sistema de depuració. Se'n disposaran 3, una per a cada conducte d'aspiració (skimmer, netejafons i desaigües).
- Entrada i sortida de la bomba del sistema solar. D'aquesta manera, en cas de fallada de la bomba es pot substituir sense problemes.

La disposició de totes aquestes vàlvules es pot veure al plànol 17 de la documentació de plànols.

10.2. Dimensionat de les canonades del cicle de depuració

En aquest apartat es mostra tots els diàmetres obtinguts de realitzar el dimensionat de les canonades del sistema de depuració de la piscina. Per veure el procediment detallat es recomana veure l'*Annex 10. Dimensionat de la instal·lació hidràulica de la piscina.*

10.2.1. Dimensionat dels trams d'aspiració a través dels skimmers

Tal i com es pot observar al plànol 18 de la documentació de plànols, l'aspiració està formada pels diferents trams designats amb les lletres de la taula. Fruit del dimensionat s'ha obtingut que els diàmetres de canonades de PVC a instal·lar són els que es mostra a continuació:

Tram	**A-B**	**B-C**	**C-D**	**D-E**	**B-F**	**F-G**
$Q_{impulsió}$ (l/s)	8,93	5,36	3,57	1,79	5,36	1,79
$D_{int\ calculat}$ (mm)	87,04	67,42	55,05	38,92	67,42	38,92
DN_{com} (mm)	110,00	75,00	63,00	50,00	75,00	50,00
$D_{com\ int}$ (mm)	99,40	67,80	57,00	45,20	67,80	45,20

Taula 42. Dimensionat dels trams dels skimmers.

Per calcular el cabal d'aspiració s'ha considerat que per a cada skimmer s'absorbeix el mateix cabal, el qual s'obté de fer la divisió dels 32,13 m^3/h entre el total de skimmers. D'aquesta manera, com que en cada tram circularà un cabal diferent, s'ha obtingut diàmetres de varies mides. Això fa que sigui necessari utilitzar reduccions i ampliacions de diàmetres en els trams corresponents.

10.2.2. Dimensionat del tram d'aspiració a través dels desaigües

Correspon als trams d'aspiració dels 2 desaigües situats al fons de la piscina. Així, els resultats del dimensionat són:

Tram	**H-I**	**I-J**
$Q_{impulsió}$ (l/s)	8,93	5,36
$D_{int\ calculat}$ (mm)	56,98	40,29
DN_{com} (mm)	63,00	50,00
$D_{com\ int}$ (mm)	57,00	45,20

Taula 43. Dimensionat dels trams dels desaigües.

En aquest cas també serà necessari utilitzar reduccions i ampliacions de diàmetres en els trams corresponents.

10.2.3. Dimensionat del tram d'aspiració a través de la boca d'aspiració

A la boca d'aspiració se li ha de connectar un tub de diàmetre 50 mm. Com s'ha comentat, el cabal aspirat i el funcionament d'aquesta part de la instal·lació anirà condicionada al tipus de màquina netejafons que es vulgui utilitzar. Aquesta, a la vegada, s'haurà de seleccionar segons l'equip de bombeig instal·lat a la piscina. Per tant, simplement s'instal·larà una canonada de 50mm des de la boca d'aspiració fins a un dels ramals de la bomba.

10.2.4. Dimensionat del tram entre la bomba i el filtre

Aquest és el tram que haurà de suportar tot el cabal a recircular, per tant serà el de major diàmetre de la instal·lació. Així doncs, s'ha obtingut els resultats que es mostren a continuació:

Tram	**K-L**
$Q_{impulsió}$ (l/s)	12,75
$D_{int\ calculat}$ (mm)	90,09
DN_{com} (mm)	110,00
$D_{com\ int}$ (mm)	99,40

Taula 44. Dimensionat del tram entre la bomba i el filtre.

10.2.5. Dimensionat del tram d'impulsió

Els trams que es mostren a continuació són els que formen tot el conjunt d'impulsió de l'aigua després de sortir del filtre. Per tant, són les canonades que fan arribar l'aigua fins a les 7 boques d'impulsió instal·lades.

Tram	**L-M**	**M-N**	**N-O**	**O-P**	**P-Q**	**Q-R**	**R-S**
$Q_{impulsió}$ (l/s)	12,75	5,46	3,64	1,82	5,46	3,64	1,82
$D_{int\ calculat}$ (mm)	90,09	58,98	48,16	34,05	58,98	48,16	34,05
DN_{com} (mm)	110,00	75,00	63,00	50,00	75,00	63,00	50,00
$D_{com\ int}$ (mm)	99,40	67,80	57,00	45,20	67,80	57,00	45,20

Taula 45. Dimensionat dels trams d'impulsió.

Pel que fa a la les connexions fins a la boca d'impulsió, cal tenir present les característiques de la boca d'impulsió seleccionada per la instal·lació. El tram que va dels diferents diàmetre anteriors fins a la boca té les següents característiques:

Tram	Boca
$Q_{impulsió}$ (l/s)	1,82
$D_{int\ calculat}$ (mm)	24,08
DN_{com} (mm)	25,00
$D_{com\ int}$ (mm)	25,00

Taula 46. Dimensionat dels trams fins la boca d'impulsió.

10.2.6. Càlcul del grup de pressió

El grup de pressió s'ha dimensionat a partir del tram més desfavorable de la instal·lació. Aquest correspon al conjunt de canonades que va des de la impulsió de la bomba, passant pel filtre, fins a la boca d'impulsió més llunyana. D'aquesta manera, les pèrdues de càrrega a vèncer pel grup de pressió són les que es mostren a continuació:

Pc alçada manomètrica (mca)	2,10
Pc fregament (mca)	1,59
Pc filtre (mca)	7,00
Pressió necessària en origen (mca)	**10,69**

Taula 47. Pèrdues de càrrega

S'ha optat per escollir-ne una de la casa ARAL model C-3000. Aquesta bomba és capaç de subministrar un cabal de 54 m^3/h considerant unes pèrdues de 10 mca. En el seu defecte se'n col·locarà un de característiques similars. *Vegeu Annex19. Característiques tècniques de la bomba de depuració de la piscina.*

10.3. Elements del cicle del sistema solar

En aquest apartat es mostra tots els elements a disposar en el cicle de depuració de la piscina. Tot ells s'han calculat i seleccionat segons els criteris descrits a l'annex 10 anteriorment citat. Al ser un sistema independent al de depuració, cal instal·lar noves boques d'impulsió i aspiració que permetran moure l'aigua per arribar a la temperatura

desitjada. Així doncs, s'ha d'impulsar un cabal de 5,76 m^3/h. En els següents subapartats es mostren tots els elements a disposar pel correcte funcionament de sistema solar.

Per poder fer un seguiment dels elements que es citen a continuació es recomana veure els plànols 17 i 18 de la documentació de plànols conjuntament amb l'annex 10.

10.3.1. Càlcul del nombre de boques d'impulsió

Les boques d'impulsió del sistema solar son les mateixes utilitzades en el sistema de depuració. En aquest cas però, s'ha optat per utilitzar boques d'impulsió de diàmetre 14 mm ja que així s'instal·larà un major nombre d'aquestes, repartint millor l'aigua escalfada en el conjunt del vas de la piscina. El nombre de boques d'impulsió a instal·lar és de 3.

Pel que fa a la seva disposició dins el vas de la piscina, es col·locaran al fons, tal i com cita la normativa. Disposant-les de la manera que, en cas de funcionament simultani amb el sistema de depuració, l'aigua escalfada es distribueixi el millor possible per tot el volum.

Cal tenir present que aquestes boques d'impulsió també són orientables i, un cop posada la piscina en funcionament, poden dirigir-se per millorar el repartiment de l'aigua escalfada.

10.3.2. Càlcul del nombre de boques d'aspiració

En aquest cas també s'utilitzen les mateixes boques d'aspiració que les que s'han fet servir en el sistema de depuració de la piscina. Sabent que el cabal a aspirar és de 5,76 m^3/h i que el diàmetre d'una boca és de 50 mm, s'instal·larà una boca d'aspiració a la paret més propera a la sala de màquines i a una profunditat de 60 cm respecte el nivell de l'aigua. D'aquesta manera, s'interfereix el mínim possible amb el sistema de depuració.

10.4. Dimensionat de les canonades del sistema solar

En aquest apartat es mostra tots els diàmetres obtinguts de realitzar el dimensionat de les canonades del sistema solar de la piscina. Per veure el procediment detallat es recomana veure l'*Annex 10. Dimensionat de la instal·lació hidràulica de la piscina.*

10.4.1. Dimensionat del tram d'impulsió des de la bomba als captadors

A partir del cabal a de 5,76 m^3/h el qual correspon a 1,6 l/s, es té els següents resultats del diàmetre de la canonada:

Tram	De bomba a captadors
$Q_{impulsió}$ (l/s)	1,60
$D_{int\ calculat}$ (mm)	31,92
DN_{com} (mm)	50,00
$D_{com\ int}$ (mm)	45,20

Taula 48. Dimensionat del tram entre la bomba i els captadors.

Degut a que el fabricant aconsella instal·lar canonades de 50 mm i per tal de reduir les pèrdues per fregament, s'ha optat per canonades de diàmetre 50 mm enlloc de 40 mm que també serien aptes pel disseny.

10.4.2. Dimensionat del tram d'impulsió dels captadors fins a les boques d'impulsió

Després de passar pels captadors es poden diferenciar els següents trams, el qual s'instal·laran amb el diàmetres de canonades mostrats a la següent taula:

Tram	De captador a connexió boques	De connexió boques a boca 1	De connexió boques a boca 3	De connexió boques a boca 2
$Q_{impulsió}$ (l/s)	1,60	0,53	0,53	0,53
$D_{int\ calculat}$ (mm)	31,92	18,43	18,43	18,43
DN_{com} (mm)	50,00	25,00	25,00	25,00
$D_{com\ int}$ (mm)	45,20	22,00	22,00	22,00

Taula 49. Dimensionat dels trams d'impulsió després dels captadors.

En aquest cas, per la impulsió des dels captadors a les boques també s'ha optat per posar canonades de 50 mm de diàmetre pel mateix raonament de l'apartat anterior.

10.4.3. Dimensionat del tram d'aspiració

Aquest tram correspon al que va des de la presa d'aspiració de l'aigua de la piscina fins a la bomba. Així es té:

Tram	De piscina a bomba
$Q_{aspiració}$ (l/s)	1,60
$D_{int\ calculat}$ (mm)	36,85
DN_{com} (mm)	50,00
$D_{com\ int}$ (mm)	45,20

Taula 50. Dimensionat del tram d'aspiració.

10.4.4. Càlcul del grup de pressió

El grup de pressió s'ha dimensionat a partir del tram més desfavorable de la instal·lació. Aquest correspon al conjunt de canonades que van des de la impulsió de la bomba, passant pels captadors, fins a la boca d'impulsió més llunyana. Així doncs, a continuació es mostra el conjunt de pèrdues que s'ha considerat per determinar la potència del grup de pressió.

Pc alçada manomètrica (mca)	3,94
Pc fregament (mca)	2,55
Pc captadors (mca)	0,088
Pressió necessària en origen (mca)	6,58

Taula 51. Pèrdues de càrrega instal·lació solar.

Per tant, s'ha escollit una bomba de 0,33 CV de la casa ASTRAL model SENA. Aquesta bomba és capaç de bombejar una cabal de 7m^3/h a una potencia de 0,33 CV. A més té l'entrada i la sortida dissenyada per a canonades amb diàmetre de 50 mm. *Vegeu Annex 20. Característiques tècniques de la bomba de la instal·lació solar de la piscina.*

10.5. Omplert de la piscina

Per omplir el vas de la piscina hi ha principalment dues opcions; la primera d'elles es mitjançant un conducte derivat de la xarxa de subministra d'aigua de la vivenda i la segona, mitjançant contractació de cisternes d'aigua.

Serà el propietari de la vivenda el que decidirà quina de les 2 opcions escull depenent del cost i de la possible existència de restriccions d'aigua en el moment de dur a terme aquesta tasca.

Per tal de poder omplir la piscina per mitjà de la xarxa de subministra públic es disposarà una canonada que enllaçarà el tub d'alimentació de la vivenda amb una boca d'impulsió destinada a tal finalitat. Tanmateix, d'aquesta canonada es desviarà un ramal que connectarà amb el regulador de nivell abans comentat amb un diàmetre que serà el que determini el fabricant del mateix.

S'ha suposat que la piscina s'omple en 48 h degut al seu volum, però cal tenir present que la seva durada es pot veure augmentada per la necessitat d'utilitzar l'aigua de subministrament públic en les dependències de la vivenda. Així doncs, es disposarà una canonada de polietilè d'alta densitat amb un diàmetre de 32/26 mm que derivarà directament del tub d'alimentació de la vivenda. Aquest tub es connectarà a un nivell per sobre al de la làmina d'aigua i el més a prop possible al regulador de nivell per tal de poder fer la derivació pertinent cap al mateix. Aquest diàmetre provocarà que la velocitat de sortida per la boca d'impulsió sigui de 4 m/s.

10.6. Sistema de control

El sistema de control utilitzat en la instal·lació del la piscina és el que proposa el mateix fabricant dels captadors utilitzats. Així doncs, s'utilitzarà un controlador solar de la casa RESOL model E1. En el seu defecte se n'utilitzarà un de característiques similars.

La posada en marxa del sistema utilitzant aquest control és la que s'explica a continuació. Quan el sistema de control posa en funcionament la bomba es fa circular l'aigua des de la piscina als captadors. L'aire contingut en les canonades es impulsat fins a la sortida lliure de la piscina. El procés es manté fins que s'omple tot el sistema d'aigua. El trànsit a règim de cabal estable es pot prolongar alguns minuts depenent de la mida de la piscina i del disseny del sistema.

Quan no hi ha diferencial de temperatura entre la sonda de col·lectors i la de la piscina o s'assoleix la temperatura d'ús, el sistema deixa de funcionar parant la bomba d'impulsió. En aquest moment el fluid del circuit cau per gravetat fins a una alçada igual a la de la superfície lliure de la piscina. D'aquest manera, els captadors i les canonades superiors queden buits. Aquesta situació, molt útil durant el temps de no utilització de la instal·lació, es manté durant el temps de parada. *Vegeu Annex 22. Característiques tècniques del*

captador solar Solapool de la instal·lació de la piscina i Annex 23. Característiques tècniques de la central solar RESOL E1

11. Manteniment de les instal·lacions

El manteniment de la instal·lació solar de la vivenda destinada a l'abastiment d'aigua calenta sanitària s'efectuarà segons l' *Anexo IX. Requisitos técnicos del contrato de mantenimiento* del plec de condicions editat a partir del que subministra l'*IDAE* i que es mostra en aquest mateix volum.

Pel que fa al manteniment de la piscina, a l'*Annex 12. Normes bàsiques del funcionament de la piscina* s'especifiquen totes les operacions a dur a terme per tal de garantir un correcte funcionament de la instal·lació i garantir la qualitat de l'aigua durant el període d'ús de la piscina

12. Estudi de viabilitat econòmica

En aquest apartat es realitzarà un estudi econòmic de la instal·lació destinada a l'abastiment d'aigua calenta sanitària de la vivenda a partir de les tècniques de període de recuperació de capital (Payback) i del valor actual net (VAN). Així, es pretén tenir una idea de la repercussió econòmica que pot tenir una instal·lació com la que s'ha projectat.

Pel cas de la piscina, donat que la normativa prohibeix qualsevol, tipus de recolzament convencional per a l'escalfament de l'aigua del vas de la piscina i que en piscines descobertes d'us privat no hi ha una normativa que reguli les cobertures energètiques, no s'ha realitzat cap estudi.

Cal comentar que l'Institut Català de l'Energia (ICAEN) habilita una sèrie de subvencions en matèria d'energies renovables. El cas objecte d'estudi està inclòs dins la subvenció que ells consideren d'instal·lacions per a elements. En aquest apartat es s'inclouen sistemes d'energia solar per escalfament d'un fluid a partir de la captació de la radiació solar mitjançant captadors solars el coeficient global de pèrdues dels quals sigui inferior a 9 W/(m² ºC), per a la seva utilització en aplicacions tèrmiques. En aquests sistemes s'aplicarà el 37% sobre el cost subvencionable, que és d'un màxim de 1.160 euros/kW (812 euros/m² captador útil) per a sistemes de fins a 14 kW (20 m² captador útil) i de 1.015 euros/kW (710,5 euros/m² captador útil) per a sistemes de més de 14 kW (20 m² captador útil).

Per tant, en l'estudi de viabilitat econòmica es tindrà en compte la subvenció del 37% sobre el cost subvencionable. En aquest cas, la part subvencionable correspon al valor obtingut del cost de la instal·lació de la vivenda restant la partida d'instal·lació solar i la part corresponent de la col·locació i posada en funcionament del interacumulador.

12.1. Payback

El payback és una tècnica estàtica que s'utilitza per tenir una idea aproximada del temps que es tardarà a recuperar la inversió inicial del projecte. No té en compte el valor econòmic del diner en el temps. Per aquest motiu, no és tan complet com els mètodes dinàmics. El càlcul del payback es realitza per mitjà de la següent expressió:

$$Període\ de\ recuperació = \frac{Inversió\ inicial}{Benefici\ anual}$$

Per arribar a determinar el període de recuperació, a continuació es mostra una taula amb totes les dades a considerar. En ella s'hi pot apreciar els següents punts:

- Energia total anual d'aigua calenta sanitària que demanda la vivenda. D'aquesta manera es coneix els kWh que requereixen els habitants.
- Energia que requeriria aportar un sistema de generació de calor considerant un rendiment del l'aparell del 85%. Aquest valor s'obté de dividir l'energia total anual d'aigua calenta sanitària anterior entre el rendiment.
- Energia coberta per la instal·lació solar projectada, sabent que la cobertura obtinguda amb el captador instal·lat és del 77,9%.
- Energia coberta pel sistema auxiliar de recolzament. S'obté de fer la diferència percentual del valor anterior.
- Preu del valor del kWh de gas natural. D'aquesta manera es pot obtenir el cost en euros de l'energia que es gastaria sense tenir en compte la instal·lació solar i tenint-la en compte.
- El cost de manteniment, per a vivendes unifamiliars oscil·la entre 30 i 60 €/any. Es considera un valor raonable el de 50 €/any.
- Benefici anual. Es considera que és la diferència entre els cost de no tenir instal·lació solar, per tant, consumint exclusivament gas natural, i la de tenir la instal·lació solar.
- La inversió inicial és tot el cost de la instal·lació per muntar-la i posar-la en funcionament. És el valor obtingut d'efectuar el pressupost només de la part solar de la vivenda.
- Sobreinversió, és el sobrecost que s'ha de destinar a la instal·lació per tal que funcioni amb energia solar. Surt de la diferència entre el cost de muntar i posar una instal·lació sense recolzament solar (convencional) i la mateixa posant-hi recolzament solar.

Instal·lació solar de la vivenda	
Energia total anual d'ACS (kWh)	2453,86
Energia total anual d'ACS d'un generador de calor a gas natural amb rendiment del 0,85 (kWh)	2886,89
Energia coberta per la instal·lació solar (77,9%) (kWh)	2248,89
Energia a cobrir per sistema auxiliar (22,1) (kWh)	638,00
Preu del kWh de gas natiral tarifa bàsica (font gener 2009)	0,056849
Cost anual sense tenir en compte instal·lació solar (€)	164,12
Cost anual tenint en compte instal·lació solar (€)	36,27
Cost de manteniment (€)	50,00
Benefici anual (€)	77,85
Inversió inicial (€)	5465,01
Sobreinversió (€)	1996,97
Subvenció	738,88
Sobreinversió final	1258,09

Taula 52. Taula per al càlcul de payback.

Així doncs, si es calcula el període de recuperació es té:

$$Període\ de\ recuperació = \frac{1258,09}{77,85} = 16,2\ anys$$

Si es té en compte que la vida útil de la instal·lació és de 20 anys, s'arribarà a recuperar la sobreinversió i a més serà rentable. Per tant, es donarà un estalvi pel que fa a cost de l'energia destinat a l'abastiment d'aigua calenta de la vivenda.

12.2. VAN

El valor actual net és una tècnica dinàmica que permet calcular el valor actual d'un determinat nombre de fluxos de caixa futurs originats per una inversió. La metodologia consisteix en actualitzar tots els cash-flows futurs del projecte. En aquest cas, s'entendrà com a cash-flow el benefici anual en gas natural de tenir la instal·lació respecte de no tenir-la restant els costos anuals de manteniment. A aquest valor se li restarà la sobreinversió inicial de tal manera que el valor obtingut serà el valor actual net del projecte.

Així doncs, cal tenir en compte la inflació de gas natural (i_{GN}), la inflació del cost de manteniment (i_{CM}) i la taxa de descompte a aplicar (k). Per tant, es té:

$$VAN = -sobreinversió + \sum_{1}^{n} \frac{Benefici_GN \cdot (1+i_{GN})^n - \cos t\ anual\ manteniment \cdot (1+i_{CM})^n}{(1+k)^n}$$

Per determinar el valor de la taxa de descompte (*k*) s'aplica la següent expressió:

$$k = k_f + k_i + k_t$$

On: k_f: Taxa d'interès lliure de risc.

k_i: Taxa d'inflació.

k_t: Factor de risc.

n: Període d'inversió.

Pel valor de taxa d'interès lliure de risc es pren el valor que un banc donaria al ingressar els diners en una fons d'inversió, actualment és molt baix però es considerarà del 2%.

Pel que fa a la taxa d'inflació, si es considera en èpoques de no recessió, un valor normal podria ser del 3%.

I finalment, si es considera un factor de risc del 1% es té:

$$k = k_f + k_i + k_t = 2 + 3 + 1 = 6\%$$

La inflació del gas natural (i_{GN}) es considera del 4% i gual que la del cost de manteniment (i_{CM}) que també s'estima del 4%.

Així doncs, considerant un període d'inversió igual al temps calcular de període de recuperació i aplicant l'expressió del VAN anterior, s'arriba al valor de la taula que es pot apreciar a la següent pàgina.

Instal·lació solar de la vivenda	
Energia total anual d'ACS (kWh)	2453,86
Energia total anual d'ACS d'un generador de calor a gas natural amb rendiment del 0,85 (kWh)	2886,89
Energia coberta per la instal·lació solar (77,9%) (kWh)	2248,89
Energia a cobrir per sistema auxiliar (22,1) (kWh)	638,00
Preu del kWh de gas natiral tarifa bàsica (font gener 2009)	0,056849
Cost anual sense tenir en compte instal·lació solar (€)	164,12
Cost anual tenint en compte instal·lació solar (€)	36,27
Cost de manteniment (€)	50,00
Benefici anual (€)	77,85
Inversió inicial (€)	5465,01
Sobreinversió (€)	1996,97
Subvenció	738,88
Sobreinversió final	1258,09
Període de recuperació (anys)	16,16
Inflació de gas natural (4%)	0,04
Inflació de mantenimnet (4%)	0,04
Taxa de descompte (6%)	0,06
Cost anual de manteniment (€)	50,00
VAN (€)	72372,93

Taula 53. Taula pel càlcul del VAN.

Així doncs, s'observa que el VAN és positiu, això dóna lloc a que el projecte no s'hauria de descartar econòmicament parlant ja que seria beneficiós per al inversor. De totes maneres, en cas que no fos apte per a invertir, la normativa obliga a les vivendes de nova construcció a disposar d'instal·lació solar tèrmica per a l'abastiment de l'aigua calenta de la vivenda.

13. Estudi mediambiental

L'estudi mediambiental pretén justificar la reducció d'emissions de CO_2 per mitjà de la instal·lació de plaques solars tèrmiques per a l'abastiment d'aigua calenta sanitària enlloc de l'ús de combustibles fòssils.

Així doncs el que es fa és calcular la reducció d'emissions de gasos d'efecte hivernacle (GEI) pel fet d'utilitzar la instal·lació solar. Aquesta reducció serà la diferència entre el que s'emetria si s'utilitzés exclusivament gas natural per a escalfar l'aigua de la vivenda i la que s'emet utilitzant energia solar tèrmica amb recolzament de calentador de gas natural.

Per dur a terme aquest càlcul és necessari conèixer els valors de massa de CO_2 equivalent de gas natural i d'energia solar tèrmica emesos per a kWh d'energia que generen. Així doncs, segons fonts de la *Suisse Office of Energy* i de la *University of Sidney* es té:

	Emissions de GEI (kg CO2 eq / kWh)
Gas natural	0,338
Solar tèrmica	0,006

Taula 54. Emissions de gasos d'efecte hivernacle.

D'aquesta manera, les emissions tenint en compte l'ús de la instal·lació solar considerant una cobertura solar del 77,9 %, són:

$$GEI = 0{,}221 \cdot 0{,}338 + 0{,}779 \cdot 0{,}006 = 0{,}079 \frac{kg\,CO_2\ equivalents}{kWh\ generat}$$

Així doncs, si s'utilitzés únicament gas natural, considerant com en l'apartat anterior que el generador de calor té un rendiment del 0,85 i donant lloc a una energia total anual requerida de 2886,89 kWh, es té:

$$GEI_{referència} = 2886{,}89 \cdot 0{,}338 = 975{,}77 \frac{kg\,CO_2\ equivalents}{kWh\ generat}$$

Utilitzant la instal·lació solar s'obté:

$$GEI_{solar} = 2886{,}89 \cdot 0{,}0{,}079 = 229{,}14 \frac{kg\,CO_2\ equivalents}{kWh\ generat}$$

Per tant, amb l'ús de la instal·lació solar els gasos d'efecte hivernacle es veuen reduïts en un total de:

$$GEI_{reduït} = GEI_{referència} - GEI_{solar} = 975{,}77 - 229{,}14 = 746{,}63 \frac{kg\ CO_2\ equivalents}{kWh\ generat}$$

Així doncs, s'obté una reducció anual de 747 kg de CO_2 llançats a l'atmosfera anualment.

14. Conclusions i recomanacions

Com s'ha pogut apreciar al present projecte, s'ha dut a terme el disseny de les instal·lacions per a l'abastiment d'aigua calenta sanitària a una vivenda unifamiliar i per l'escalfament de l'aigua de la piscina descoberta exterior.

Arran de la seva projecció, s'ha pogut complir amb l'abast citat al inici d'aquest document ja que, a part de dimensionar ambdós instal·lacions, s'ha pogut analitzar mínimament diferents captadors disponibles al mercat per veure en cada cas quin era el que millor s'ajusta a les necessitats de les instal·lacions.

S'ha complert amb les especificacions citades, tan normatives com de caràcter constrictiu. La més rellevant és la que faria referència a poder abastir tèrmicament tot el volum de la piscina. Donada la seva capacitat, 367.200 litres, s'ha pogut adaptar al disseny constructiu de la vivenda el seu camp de captació solar.

Inicialment es pensava dissenyar una instal·lació combinada, on un únic camp de captació pogués abastir les dos demandes, però donades les necessitats tèrmiques de cadascuna d'elles s'ha acabat projectat dos instal·lacions independents. D'aquesta manera,s'obtenen dos instal·lacions amb regulació independent per obtenir una major eficiència i, en aquest cas, un menor cost del conjunt.

Fruit d'aquesta projecció, s'ha obtingut un àrea de captació per a l'escalfament de l'aigua de la vivenda de 2,33 m^2, on de l'estudi dels 6 captadors realitzat, s'ha optat per utilitzar un únic captador de la casa ROCA model PS 2.4 a una inclinació de 51º i orientat a 0º respecte el sud. D'aquesta manera, s'obté una cobertura mitja anual del 77,9%. Aquest fet fa, que segons les dades i el valors obtinguts, només requereixi d'un 22,1 % d'energia provinent dels sistema convencional de gas natural, subministrant una potència de 11kW. L'aigua que no pot assolir la demanda tèrmica requerida prové d'un dipòsit acumulador amb intercanviador interior el qual té una capacitat de 160 litres per abastir la demanda d'aigua de la vivenda.

Per a la instal·lació de la piscina, s'ha obtingut un àrea de captació de 57,60 m^2, on també de l'estudi dels 6 captadors realitzat, s'ha optat per utilitzar 8 captadors de PVC de la casa Solapool model 2005 a una inclinació corresponent al de la coberta del porxo, la qual donada la possibilitat de modificació de la mateixa, es fixa a 15º. La seva orientació respecte el sud és de 30º ja que en aquest cas, al adaptar-se a sobre la coberta del porxo i degut a les dimensions del tot el camp de captació, no s'ha pogut orientar completament al sud.

En la instal·lació de la piscina s'ha optat separar el sistema solar del sistema de depuració, ja que d'aquesta manera l'ús de la part solar no queda governada pel sistema de depuració, permetent així un major aprofitament energètic.

S'ha pogut assolir la temperatura consigna de 25 ºC en tots els mesos projectats exceptuant el més d'abril on s'estima que la temperatura de l'aigua pot arribar als 17 ºC.

Donat que en una piscina descoberta no es permet recolzament auxiliar i que no existeix cap normativa que reguli les cobertures energètiques, no s'ha pogut realitzar un estudi de viabilitat ni mediambiental ja que no existeix cap referència basada en un sistema convencional d'aportació d'energia per realitzar-lo. De totes maneres, el fet d'instal·lar un sistema solar a la piscina fa que es requereixi d'una inversió addicional, sobre el cost que costaria projectar només el sistema de depuració, de 5450€.

Així doncs, a partir de l'anàlisi econòmic de la instal·lació de la vivenda s'ha obtingut que el cost total de la instal·lació és de 5465 €, on la part corresponent a la part solar és de 1997 €. Això dóna lloc un període de recuperació de 16,2 anys i a que el valor actual net (VAN) sigui de 72.373€. Fet que, si es té en compte que la instal·lació té una vida útil de 20 anys, fa que la instal·lació sigui rentable. A més cal tenir en compte que en aquest càlcul s'ha tingut present la subvenció que dóna l'*Institut Català de l'Energia* de 739 €.

La projecció de la instal·lació solar de la vivenda provoca una reducció anual de les emissions de gasos d'efecte hivernacle de 747 kg de CO_2 llançats a l'atmosfera. Aquest fet fa que mediambientalment parlat la instal·lació sigui rentable.

Amb tot això es considera que es justifica la idoneïtat de realitzar la projecció d'ambdós instal·lacions per abastir les demandes tèrmiques estipulades.

15. Bibliografia i normativa

- Llibres

Joan Esteve Reyener, Joan Josep Escobar, Albert Mitjà i Sarvisé. *Manual de ahorro energético en instalaciones deportivas*. 1ª Ed, 1ª Reimpresión. Madrid: Instituto de Ciencias de la Educación Fisic y del Deporte, 1986. ISBN: 84-505-4386-X.

José Juan Felipe Blanch. *Sistemas solares térmicos de baja temperatura*. 1ª Ed. Edicions UPC, 1999. ISBN: 84-8301-342-8.

M. Carlos Tobajas Vázquez. *Energía solar térmica para instalaciones*. 3ª Ed. Cano Pina, S.L.-Ediciones Ceysa, 2008. ISBN: 978-8496960-18-3.

José Marco Montoro. *Instalaciones solares térmicas de baja temperatura. Diseño y aplicaciones.* 1ª Ed. S.A.P.T. Publicaciones técnicas, S.L. 2005 ISBN: 84-86913-13-6

Ricardo Lemvigh-Müller. *Energía solar térmica. Manual de instalación*. 2 ª Ed. S.A.P.T. Publicaciones técnicas, S.L. 2003 ISBN: 84-86913-10-1.

Tomás Perales Benito. *Instalación de paneles solares*. 2ª Ed. Creaciones copyright, S.L. 2008. ISBN: 978-84-96300-65-1.

ECA, Instituto de tecnologia i formación, Javier María Méndez Muñiz, Rafael Cuervo García. *Energía solar térmica*. 1ª Ed. Fundación Confemetal. 2008. ISBN: 978-84-96743-31-1.

Albert Soriano Rull. *Instalaciones de fontaneria domésticas y comerciales*. 1ª Ed. Editorial Marcombo, 2006. ISBN: 84-2671-395-5.

Joan gallostra i Pere Alavedra. Piscines climatitzades en front el repte de la sostenibilitat. 1ª Ed. El instaladors, S.A. 2003. ISBN: 84-88393-49-0.

Serie técnica. Piscinas privadas. 1ª Ed. Multinormas ediciones, 2004. ISBN: 84-96132-46-3.

- Pàgines web:

Centro de Estudios de la Energia Solar:
http://www.censolar.es/

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía:
http://www.idae.es/

Instituto catalán de la energía
http://www.icaen.net/

Portal d'energia solar industrial Solarenergy
http://www.solarenergy.ch/

Portal d'accessoris i equips per a piscines:
http://www.piscinas-onlines.es/

Manual per al càlcul de components a disposar en piscines privades i públiques:
http://urzainqui.galeon.com/productos1498127.html

Pàgina web del fabricant Junkers:
http://www.junkers.com/sp/sp/ek/index.html

Productes d'energia solar Vaillant
http://www.vaillant.es/

Fabricant de bombes Wilo
http://www.wilo.es/

Calentadors Roca
http://www.roca-calefaccion.com/

Instal·lació i manteniment d'instal·lacions solars
http://www.soliclima.com/

Pàgina web oficial de Gas Natural
http://www.gasnatural.com/

Aïllament canonades ISOVER
www.isover.net/productos/aisla_tuber.htm

Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña – ITEC
http://itec.cat

- Normativa consultada:
    - *Código Técnico de la Edificación (CTE):* RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE

23/10/2007) i correcció d'errors (BOE 25/01/2008)

        - *Documento básico HE de Ahorro de energía* (Sección HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria).
        - *Documento básico HS Salubridad* (Sección HS 4 Suministro de agua).
    - *Decret d'ecoeficiència*: DOGC 4574 – 16.2.2006
    - *Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE)*: 1027/2007, del 20 de juliol.
    - *Normas básicas para instalaciones interiores de subministro de agua*
        - *ITC MIE-AP1, MIE-AP11 i MIE-AP2*

Pressupost

Índex

1. Estat d'amidaments 1
2. Guia de preus 9
3. Pressupost.....17
4. Resum 29

1. Estat d'amidaments

Partida	Descripció	Unitats	Longitud (m)	Temps (h)
1. Instal·lació fontaneria de la vivenda				
1.1.	Instal·lació dels components de l'arqueta situada a la planta soterrani i en connexió amb l'entrada d'aigua de la xarxa de subministrament públic			
	Material			
	Comptador d'aigua Conthidra model MST de Ø 1 1/4"	1		
	Filtre Ø 1 1/4"	1		
	Clau de pas Ø 1 1/4"	2		
	Aixeta de comprovació	1		
	Vàlvula antiretorn Ø 1 1/4"	1		
	Mà d'obra			
	Oficial de primera			0,5
	Ajudant			0,5
1.2.	Instal·lació de fontaneria amb línies des del comptador fins a la vivenda. Instal·lació interior completa per aigua freda i calenta a tots els serveis: cuina, bany de cortesia, bany 1, bany 2, bany 3, bany4 i habitació planxa magatzem. Claus de pas a cada a cada zona reglamentaria seguint la normativa vigent. línies d'aigua calenta a partir del interacumulador fins a tots els serveis. Línia de retorn per a la recirculació. Instal·lació destinada a aixeta garatge i abastiment aigua de la piscina.			
	Material			
	Tub d'alimentació Ø 26x32 mm polietilè d'alta densitat PE 100 10bar		13,75	
	Tub Coure Ø 26x28 mm aigua freda		37,48	
	Tub Coure Ø 20x22 mm aigua freda		30,81	
	Tub Coure Ø 20x22 mm aigua calenta		60,73	
	Tub Coure Ø 16x18 mm retorn		14,52	
	Colzes a 90º Ø 26x32 mm polietilè d'alta densitat	5		
	Colzes a 90º Ø 20x26 mm Cu	35		
	Connexions en T Ø 20x26 mm Cu	12		
	Colzes a 90º Ø 16x18 mm Cu	9		
	Aïllant per a tub Ø 16x18 mm		14,52	
	Aïllant per a tub Ø 20x22 mm		60,73	
	Vas d'expansió de 12 litres per a Ø 26x28 mm aigua freda	1		
	Vàlvula de seguretat per a connexió a proximitats de vas d'expansió tarada a 6 bar per a Ø 26x28 mm	1		

	Claus de pas 1 1/4"	6	
	Claus de pas 1"	20	
	Purgadors automàtics 3/4"	4	
	Vàlvules antiretorn 1 1/4"	2	
	Vàlvules antiretorn 1"	2	
	Vàlvules antiretorn 3/4"	2	
	Vàlvula de tres vies motoritzada per a regulació mescla aigua calenta i aigua freda 1"	1	
	Bomba circuladora Wilo Star RS 25/2 per a diàmetre 1"	1	
	Antivibradors per a bomba circuladora Wilo	2	
	Filtre per a Ø 1"	1	
	Mà d'obra		
	Oficial de primera		32
	Ajudant		32
1.3.	Subministrament i col·locació del calentador instantani de gas per al recolzament en l'abastiment d'aigua calenta sanitària. Inclosos tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.		
	Material		
	Calentador Junkers WRS 325 K	1	
	Vàlvula de seguretat entrada a calentador 1" tarada a 10 bar	1	
	Vàlvula reguladora de cabal entrada calentador per a Ø 1"	1	
	Mà d'obra		
	Oficial de primera		1
	Ajudant		1
1.4.	Subministrament i col·locació del interacumulador per a una capacitat de 160 litres. Apunt per a la seva connexió al sistema solar. Completament instal·lat amb tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.		
	Material		
	Interacumulador Junkers SO-160-1	1	
	Mà d'obra		
	Oficial de primera		1,5
	Ajudant		1,5

Partida	Descripció	Unitats	Longitud (m)	Temps (h)
2. Instal·lació solar de la vivenda				
2.1.	Subministrament i col·locació del captador solar pla a la coberta de la vivenda amb suport metàl·lic collat a la mateixa coberta. Completament instal·lat amb tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.			
	Material			
	Captador solar Roca PS 2.4 amb suport	1		
	Vàlvula de seguretat entrada a calentador 1" tarada a bar	1		
	Mà d'obra			
	Oficial de primera			2
	Ajudant			2
2.2.	Instal·lació de conductes amb línies des del captador fins al interacumulador. Instal·lació interior i exterior completa per a la correcta circulació del fluid de treball. Inclosos tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.			
	Material			
	Tub Coure Ø 10x12 mm		42,43	
	Aïllant per a tub Ø 10x12 mm		42,43	
	Colzes a 90º Ø 10x12 mm Cu	26		
	Vas d'expansió de 5 litres per a Ø 10x12 mm circuit primari	1		
	Vàlvula de seguretat per a connexió a proximitats de vas d'expansió tarada a 6 bar per a Ø 10x12 mm	1		
	Claus de pas 1/2"	10		
	Purgadors automàtics 1/2"	2		
	Vàlvules antiretorn 1/2"	3		
	Fluid de treball TYFO TYFOCLOR L	2,392		
	Mà d'obra			
	Oficial de primera			1,5
	Ajudant			1,5

Partida	Descripció	Unitats	Longitud (m)	Temps (h)
3. Instal·lació hidràulica de la piscina				
3.1	Subministrament i col·locació de tots els elements destinats a la sortida i entrada d'aigua instal·lats a les parets de la piscina. Inclou els skimmers, boques d'impulsió, boques d'aspiració i desaigües. Completament instal·lat amb tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.			
	Material			
	Skimmers	5		
	Boques d'impulsió	7		
	Presa netejafons	1		
	Desaigües	2		
	Regulador de nivell	1		
	Mà d'obra			
	Oficial de primera			3
	Ajudant			3
3.2	Instal·lació de conductes amb línies des de tots els punts de la piscina fins a l'equip de bombeig. Inclou conductes des de l'equip de bombeig cap a filtres, conductes a desaigües i connexions varies a vàlvula multivia. Inclosos tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.			
	Material			
	Tub d'alimentació de PVC Ø 110		21,27	
	Tub d'alimentació de PVC Ø 75		28,2	
	Tub d'alimentació de PVC Ø 63		41,87	
	Tub d'alimentació de PVC Ø 50		54,55	
	Colzes a 90º Ø 110	3		
	Racor 3 peces de Ø 110 a Ø 75	2		
	Colzes a 90º Ø 75	1		
	Racor 3 peces de Ø 75 a Ø 63	3		
	Colzes a 90º Ø 50	3		
	Racor 3 peces de Ø 63 a Ø 50	4		
	Vàlvules de pas Ø 110	1		
	Vàlvules de pas Ø 63	1		
	Vàlvules de pas Ø 50	1		
	Mà d'obra			
	Oficial de primera			32
	Ajudant			32

3.3 Subministrament i col·locació de l'equip de bombeig i el filtre de la piscina per al funcionament del cicle de depuració de la mateixa. Inclosos tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.

Material

Bomba Aral C-3000 3CV	1
Filtre Coral model 92 amb vàlvula multivia incorporada	1

Mà d'obra

Oficial de primera	3
Ajudant	3

Partida	Descripció	Unitats	Longitud (m)	Temps (h)
4. Instal·lació solar de la piscina				
4.1	Subministrament i col·locació dels captadors solars a la coberta del porxo de la vivenda. Completament instal·lat amb tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.			
	Material			
	Captadors Solapool model 2005	8		
	Mà d'obra			
	Oficial de primera			5
	Ajudant			5
4.2	Subministrament i col·locació de tots els elements destinats a la sortida i entrada d'aigua instal·lats a les parets de la piscina. Inclou les boques d'impulsió i les boques d'aspiració. Completament instal·lat amb tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.			
	Material			
	Boques d'impulsió	3		
	Boques d'aspiració	1		
	Mà d'obra			
	Oficial de primera			3
	Ajudant			3
4.3.	Instal·lació de conductes amb línies des dels captadors fins al grup de pressió. Instal·lació d'impulsió i aspiració completa per a la correcta circulació de l'aigua de la piscina. Inclosos tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.			
	Material			
	Tub d'alimentació de PVC Ø 50	1	75,93	
	Tub d'alimentació de PVC Ø 25	1	6,2	
	Mà d'obra			
	Oficial de primera			4
	Ajudant			4

4.4.	Subministrament i col·locació de l'equip de bombeig i el filtre de la piscina per al funcionament del cicle de depuració de la mateixa. Inclosos tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.			
	Material			
	Bomba Astral Sena 1/3 CV	1		
	Mà d'obra			
	Oficial de primera			0,75
	Ajudant			0,75
4.5.	Subministrament i col·locació de la manta tèrmica de la piscina col·locada i amb les guies degudament instal·lades. Inclosos tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.			
	Material			
	Enrotllador de la manta tèrmica	1		
	Manta tèrmica	204		
	Mà d'obra			
	Oficial de primera			2
	Ajudant			2

Partida	Descripció	Unitats	Longitud (m)	Temps (h)
5. Projectista				
5.1.	Realització del projecte bàsic, projecte de detall, legalitzacions i seguiment d'obra.			120

2. Guia de preus

Partida	Descripció	Preus unitaris
1. Instal·lació fontaneria de la vivenda		
1.1.	Instal·lació dels components de l'arqueta situada a la planta soterrani i en connexió amb l'entrada d'aigua de la xarxa de subministrament públic	
	Material	
	Comptador d'aigua Conthidra model MST de Ø 1 1/4"	129,94
	Filtre Ø 1 1/4"	14,29
	Clau de pas Ø 1 1/4"	15,72
	Aixeta de comprovació	6,53
	Vàlvula antiretorn Ø 1 1/4"	6,29
	Mà d'obra	
	Oficial de primera	25,00
	Ajudant	15,00
1.2.	Instal·lació de fontaneria amb línies des del comptador fins a la vivenda. Instal·lació interior completa per aigua freda i calenta a tots els serveis: cuina, bany de cortesia, bany 1, bany 2, bany 3, bany4 i habitació planxa magatzem. Claus de pas a cada a cada zona reglamentaria seguint la normativa vigent. línies d'aigua calenta a partir del interacumulador fins a tots els serveis. Línia de retorn per a la recirculació. Instal·lació destinada a aixeta garatge i abastiment aigua de la piscina.	
	Material	
	Tub d'alimentació Ø 26x32 mm polietilè d'alta densitat PE 100 10bar	0,54
	Tub Coure Ø 26x28 mm aigua freda	4,53
	Tub Coure Ø 20x22 mm aigua freda	3,68
	Tub Coure Ø 20x22 mm aigua calenta	4,53
	Tub Coure Ø 16x18 mm retorn	2,99
	Colzes a 90º Ø 26x32 mm polietilè d'alta densitat	1,62
	Colzes a 90º Ø 20x26 mm Cu	1,32
	Connexions en T Ø 20x26 mm Cu	2,15
	Colzes a 90º Ø 16x18 mm Cu	1,16
	Aillant per a tub Ø 16x18 mm	1,38
	Aillant per a tub Ø 20x22 mm	1,61

	Vas d'expansió de 12 litres per a Ø 26x28 mm aigua freda	29,06
	Vàlvula de seguretat per a connexió a proximitats de vas d'expansió tarada a 6 bar per a Ø 26x28 mm	13,89
	Claus de pas 1 1/4"	15,72
	Claus de pas 1"	10,11
	Purgadors automàtics 3/4"	6,86
	Vàlvules antiretorn 1 1/4"	6,29
	Vàlvules antiretorn 1"	5,16
	Vàlvules antiretorn 3/4"	4,26
	Vàlvula de tres vies motoritzada per a regulació mescla aigua calenta i aigua freda 1"	53,70
	Bomba circuladora Wilo Star RS 25/2 per a diàmetre 1"	272,00
	Antivibradors per a bomba circuladora Wilo	4,30
	Filtre per a Ø 1"	12,20
	Mà d'obra	
	Oficial de primera	25,00
	Ajudant	15,00
1.3.	Subministrament i col·locació del calentador instantani de gas per al recolzament en l'abastiment d'aigua calenta sanitària. Inclosos tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.	
	Material	
	Calentador Junkers WRS 325 K	450,00
	Vàlvula de seguretat entrada a calentador 1" tarada a 10 bar	24,96
	Vàlvula reguladora de cabal entrada calentador per a Ø 1"	42,30
	Mà d'obra	
	Oficial de primera	25,00
	Ajudant	15,00
1.4.	Subministrament i col·locació del interacumulador per a una capacitat de 160 litres. Apunt per a la seva connexió al sistema solar. Completament instal·lat amb tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.	
	Material	
	Interacumulador Junkers SO-160-1	590,00
	Mà d'obra	
	Oficial de primera	25,00
	Ajudant	15,00

Partida	Descripció	Preus unitaris
2. Instal·lació solar de la vivenda		
2.1.	Subministrament i col·locació del captador solar pla a la coberta de la vivenda amb suport metàl·lic collat a la mateixa coberta. Completament instal·lat amb tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.	
	Material	
	Captador solar Roca PS 2.4 amb suport	780,00
	Vàlvula de seguretat entrada a calentador 1" tarada a bar	23,96
	Mà d'obra	
	Oficial de primera	25,00
	Ajudant	15,00
2.2.	Instal·lació de conductes amb línies des del captador fins al interacumulador. Instal·lació interior i exterior completa per a la correcta circulació del fluid de treball. Inclosos tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.	
	Material	
	Tub Coure Ø 10x12 mm	2,04
	Aillant per a tub Ø 10x12 mm	0,95
	Colzes a 90º Ø 10x12 mm Cu	0,92
	Vas d'expansió de 5 litres per a Ø 10x12 mm circuit primari	15,70
	Vàlvula de seguretat per a connexió a proximitats de vas d'expansió tarada a 6 bar per a Ø 10x12 mm	10,79
	Claus de pas 1/2"	4,26
	Purgadors automàtics 1/2"	5,12
	Vàlvules antiretorn 1/2"	3,15
	Fluid de treball TYFO TYFOCLOR L	9,80
	Mà d'obra	
	Oficial de primera	25,00
	Ajudant	15,00

Partida	Descripció	Preus unitaris

3. Instal·lació hidràulica de la piscina

3.1 Subministrament i col·locació de tots els elements destinats a la sortida i entrada d'aigua instal·lats a les parets de la piscina. Inclou els skimmers, boques d'impulsió, boques d'aspiració i desaigües. Completament instal·lat amb tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.

Material	
Skimmers	70,85
Boques d'impulsió	3,45
Presa netejafons	2,98
Desaigües	13,88
Regulador de nivell	44,17
Mà d'obra	
Oficial de primera	25,00
Ajudant	15,00

3.2 Instal·lació de conductes amb línies des de tots els punts de la piscina fins a l'equip de bombeig. Inclou conductes des de l'equip de bombeig cap a filtres, conductes a desaigües i connexions varies a vàlvula multivia. Inclosos tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.

Material	
Tub d'alimentació de PVC Ø 110	6,75
Tub d'alimentació de PVC Ø 75	2,65
Tub d'alimentació de PVC Ø 63	2,47
Tub d'alimentació de PVC Ø 50	2,20
Colzes a 90º Ø 110	20,14
Racor 3 peces de Ø 110 a Ø 75	7,83
Colzes a 90º Ø 75	6,61
Racor 3 peces de Ø 75 a Ø 63	5,26
Colzes a 90º Ø 50	20,14
Racor 3 peces de Ø 63 a Ø 50	3,68
Vàlvules de pas Ø 110	67,80
Vàlvules de pas Ø 63	30,64
Vàlvules de pas Ø 50	22,62
Mà d'obra	
Oficial de primera	25,00
Ajudant	15,00

3.3	Subministrament i col·locació de l'equip de bombeig i el filtre de la piscina per al funcionament del cicle de depuració de la mateixa. Inclosos tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.	
	Material	
	Bomba Aral C-3000 3CV	1350,00
	Filtre Coral model 92 amb vàlvula multivia incorporada	1240,00
	Mà d'obra	
	Oficial de primera	25,00
	Ajudant	15,00

Partida	Descripció	Preus unitaris
4. Instal·lació solar de la piscina		
4.1	Subministrament i col·locació dels captadors solars a la coberta del porxo de la vivenda. Completament instal·lat amb tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.	
	Material	
	Captadors Solapool model 2005	337
	Mà d'obra	
	Oficial de primera	25,00
	Ajudant	15,00
4.2	Subministrament i col·locació de tots els elements destinats a la sortida i entrada d'aigua instal·lats a les parets de la piscina. Inclou les boques d'impulsió i les boques d'aspiració. Completament instal·lat amb tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.	
	Material	
	Boques d'impulsió	3,45
	Boques d'aspiració	2,98
	Mà d'obra	
	Oficial de primera	25,00
	Ajudant	15,00
4.3.	Instal·lació de conductes amb línies des dels captadors fins al grup de pressió. Instal·lació d'impulsió i aspiració completa per a la correcta circulació de l'aigua de la piscina. Inclosos tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.	
	Material	
	Tub d'alimentació de PVC Ø 50	2,20
	Tub d'alimentació de PVC Ø 25	1,12
	Mà d'obra	
	Oficial de primera	25,00
	Ajudant	15,00

4.4. Subministrament i col·locació de l'equip de bombeig i el filtre de la piscina per al funcionament del cicle de depuració de la mateixa. Inclosos tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.

Material	
Bomba Astral Sena 1/3 CV	200,00
Mà d'obra	
Oficial de primera	25,00
Ajudant	15,00

4.5. Subministrament i col·locació de la manta tèrmica de la piscina col·locada i amb les guies degudament instal·lades. Inclosos tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.

Material	
Enrotllador de la manta tèrmica	350
Manta tèrmica	7
Mà d'obra	
Oficial de primera	25,00
Ajudant	15,00

Partida	Descripció	Preus unitaris
5. Projectista		
5.1.	Realització del projecte bàsic, projecte de detall, legalitzacions i seguiment d'obra.	30,00

3. Pressupost

Partida	Descripció	Unitats	Longitud (m)	Temps (h)	Preus unitaris	Total (€)
1. Instal·lació fontaneria de la vivenda						
1.1	Instal·lació dels components de l'arqueta situada a la planta soterrani i en connexió amb l'entrada d'aigua de la xarxa de subministrament públic					
	Material					
	Comptador d'aigua Conthidra model MST de Ø 1 1/4"	1			129,94	129,94
	Filtre Ø 1 1/4"	1			14,29	14,29
	Clau de pas Ø 1 1/4"	2			15,72	31,44
	Aixeta de comprovació	1			6,53	6,53
	Vàlvula antiretorn Ø 1 1/4"	1			6,29	6,29
	Total material					**188,49**
	Mà d'obra					
	Oficial de primera			0,5	25,00	12,50
	Ajudant			0,5	15,00	7,50
	Total mà d'obra					**20,00**
	Total partida					**208,49**
1.2	Instal·lació de fontaneria amb línies des del comptador fins a la vivenda. Instal·lació interior completa per aigua freda i calenta a tots els serveis: cuina, bany de cortesia, bany 1, bany 2, bany 3, bany4 i habitació planxa magatzem. Claus de pas a cada a cada zona reglamentaria seguint la normativa vigent. línies d'aigua calenta a partir del interacumulador fins a tots els serveis. Línia de retorn per a la recirculació. Instal·lació destinada a aixeta garatge i abastiment aigua de la piscina.					
	Material					
	Tub d'alimentació Ø 26x32 mm polietilè d'alta densitat PE 100 10bar	1	13,75		0,54	7,43
	Tub Coure Ø 26x28 mm aigua freda	1	37,48		4,53	169,78
	Tub Coure Ø 20x22 mm aigua freda	1	30,81		3,68	113,38

	Tub Coure Ø 20x22 mm aigua calenta	1	60,73		4,53	275,11
	Tub Coure Ø 16x18 mm retorn	1	14,52		2,99	43,41
	Colzes a 90º Ø 26x32 mm polietilè d'alta densitat	5			1,62	8,10
	Colzes a 90º Ø 20x26 mm Cu	35			1,32	46,20
	Connexions en T Ø 20x26 mm Cu	12			2,15	25,80
	Colzes a 90º Ø 16x18 mm Cu	9			1,16	10,44
	Aïllant per a tub Ø 16x18 mm	1	14,52		1,38	20,04
	Aïllant per a tub Ø 20x22 mm	1	60,73		1,61	97,78
	Vas d'expansió de 12 litres per a Ø 26x28 mm aigua freda	1			29,06	29,06
	Vàlvula de seguretat per a connexió a proximitats de vas d'expansió tarada a 6 bar per a Ø 26x28 mm	1			13,89	13,89
	Claus de pas 1 1/4"	6			15,72	94,32
	Claus de pas 1"	20			10,11	202,20
	Purgadors automàtics 3/4"	4			6,86	27,44
	Vàlvules antiretorn 1 1/4"	2			6,29	12,58
	Vàlvules antiretorn 1"	2			5,16	10,32
	Vàlvules antiretorn 3/4"	2			4,26	8,52
	Vàlvula de tres vies motoritzada per a regulació mescla aigua calenta i aigua freda 1"	1			53,7	53,7
	Bomba circuladora Wilo Star RS 25/2 per a diàmetre 1"	1			272	272
	Antivibradors per a bomba circuladora Wilo	2			4,30	8,60
	Filtre per a Ø 1"	1			12,20	12,20
	Total material					**1562,29**
	Mà d'obra					
	Oficial de primera			32	25,00	800,00
	Ajudant			32	15,00	480,00
	Total mà d'obra					**1280,00**
	Total partida					**2842,29**
1.3.	Subministrament i col·locació del calentador instantani de gas per al recolzament en l'abastiment d'aigua calenta sanitària. Inclosos tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.					
	Material					
	Calentador Junkers WRS 325 K	1			450,00	450,00

	Vàlvula de seguretat entrada a calentador 1" tarada a 10 bar	1		24,96	24,96
	Vàlvula reguladora de cabal entrada calentador per a Ø 1"	1		42,30	42,30
	Total material				**517,26**
	Mà d'obra				
	Oficial de primera		1	25,00	25,00
	Ajudant		1	15,00	15,00
	Total mà d'obra				**40,00**
	Total partida				**557,26**
1.4.	Subministrament i col·locació del interacumulador per a una capacitat de 160 litres. Apunt per a la seva connexió al sistema solar. Completament instal·lat amb tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.				
	Material				
	Interacumulador Junkers SO-160-1	1		590,00	590,00
	Total material				**590,00**
	Mà d'obra				
	Oficial de primera		1,5	25,00	37,50
	Ajudant		1,5	15,00	22,50
	Total mà d'obra				**60,00**
	Total partida				**650,00**

2. Instal·lació solar de la vivenda		Unitats	Longitud (m)	Temps (h)	Preus unitaris	Total (€)
2.1.	Subministrament i col·locació del captador solar pla a la coberta de la vivenda amb suport metàl·lic collat a la mateixa coberta. Completament instal·lat amb tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.					
	Material					
	Captadors solar Roca PS 2.4	1			780,00	780,00
	Vàlvula de seguretat entrada a calentador 1" tarada a bar	1			23,96	23,96
	Total material					**803,96**
	Mà d'obra					
	Oficial de primera			2	25,00	50,00
	Ajudant			2	15,00	30,00
	Total mà d'obra					**80,00**
	Total partida					**883,96**
2.2	Instal·lació de conductes amb línies des del captador fins al interacumulador. Instal·lació interior i exterior completa per a la correcta circulació del fluid de treball. Inclosos tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.					
	Material					
	Tub Coure Ø 10x12 mm	1	42,43		2,04	86,56
	Aïllant per a tub Ø 10x12 mm	1	42,43		0,95	40,31
	Colzes a 90º Ø 10x12 mm Cu	26			0,92	23,92
	Vas d'expansió de 5 litres per a Ø 10x12 mm circuit primari	1			15,70	15,70
	Vàlvula de seguretat per a connexió a proximitats de vas d'expansió tarada a 6 bar per a Ø 10x12 mm	1			10,79	10,79
	Claus de pas 1/2"	10			4,26	42,6
	Purgadors automàtics 1/2"	2			5,12	10,24
	Vàlvules antiretorn 1/2"	3			3,15	9,45
	Fluid de treball TYFO TYFOCLOR L	2,392			9,80	23,44
	Total material					**263,01**
	Mà d'obra					
	Oficial de primera			1,5	25,00	37,50

Ajudant	1,5	15,00	22,50
Total mà d'obra			**60,00**
Total partida			**323,01**

3. Instal·lació hidràulica de la piscina		Unitats	Longitud (m)	Temps (h)	Preus unitaris	Total (€)
3.1.	Subministrament i col·locació de tots els elements destinats a la sortida i entrada d'aigua instal·lats a les parets de la piscina. Inclou els skimmers, boques d'impulsió, boques d'aspiració i desaigües. Completament instal·lat amb tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.					
	Material					
	Skimmers	5			70,85	354,25
	Boques d'impulsió	7			3,45	24,15
	Presa netejafons	1			2,98	2,98
	Desaigües	2			13,88	27,76
	Regulador de nivell	1			44,17	44,17
	Total material					**453,31**
	Mà d'obra					
	Oficial de primera			3	25,00	75,00
	Ajudant			3	15,00	45,00
	Total mà d'obra					**120,00**
	Total partida					**573,31**
3.2.	Instal·lació de conductes amb línies des de tots els punts de la piscina fins a l'equip de bombeig. Inclou conductes des de l'equip de bombeig cap a filtres, conductes a desaigües i connexions varies a vàlvula multivia. Inclosos tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.					
	Material					
	Tub d'alimentació de PVC Ø 110	1	21,27		6,75	143,57
	Tub d'alimentació de PVC Ø 75	1	28,2		2,65	
	Tub d'alimentació de PVC Ø 63	1	41,87		2,47	103,42
	Tub d'alimentació de PVC Ø 50	1	54,55		2,20	120,01
	Colzes a 90º Ø 110	3			20,14	60,42
	Racor 3 peces de Ø 110 a Ø 75	2			7,83	15,66
	Colzes a 90º Ø 75	1			6,61	6,61
	Racor 3 peces de Ø 75 a Ø 63	3			5,26	15,78
	Colzes a 90º Ø 50	3			20,14	60,42
	Racor 3 peces de Ø 63 a Ø 50	4			3,68	14,72
	Vàlvules de pas Ø 110	1			67,8	67,80

	Vàlvules de pas Ø 63	1		30,64	30,64
	Vàlvules de pas Ø 50	1		22,62	22,62
	Total material				**661,67**
	Mà d'obra				
	Oficial de primera		32	25,00	800,00
	Ajudant		32	15,00	480,00
	Total mà d'obra				**1280,00**
	Total partida				**1941,67**
3.3.	Subministrament i col·locació de l'equip de bombeig i el filtre de la piscina per al funcionament del cicle de depuració de la mateixa. Inclosos tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.				
	Material				
	Bomba Aral C-3000 3CV	1		1350,00	1350,00
	Filtre Coral model 92 amb vàlvula multivia incorporada	1		1240,00	1240,00
	Total material				**2590,00**
	Mà d'obra				
	Oficial de primera		3	25,00	75,00
	Ajudant		3	15,00	45,00
	Total mà d'obra				**120,00**
	Total partida				**2710,00**

4. Instal·lació solar de la piscina		Unitats	Longitud (m)	Temps (h)	Preus unitaris	Total (€)
4.1.	Subministrament i col·locació dels captadors solars a la coberta del porxo de la vivenda. Completament instal·lat amb tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.					
	Material					
	Captadors Solapool model 2005	8			337,00	2696,00
	Total material					**2696,00**
	Mà d'obra					
	Oficial de primera			5	25,00	125,00
	Ajudant			5	15,00	75,00
	Total mà d'obra					**200,00**
	Total partida					**2896,00**
4.2.	Subministrament i col·locació de tots els elements destinats a la sortida i entrada d'aigua instal·lats a les parets de la piscina. Inclou les boques d'impulsió i les boques d'aspiració. Completament instal·lat amb tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.					
	Material					
	Boques d'impulsió	3			3,45	10,35
	Boques d'aspiració	1			2,98	2,98
	Total material					**13,33**
	Mà d'obra					
	Oficial de primera			3	25,00	75,00
	Ajudant			3	15,00	45,00
	Total mà d'obra					**120,00**
	Total partida					**133,33**

4.3.	Instal·lació de conductes amb línies des dels captadors fins al grup de pressió. Instal·lació d'impulsió i aspiració completa per a la correcta circulació de l'aigua de la piscina. Inclosos tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.					
	Material					
	Tub d'alimentació de PVC Ø 50	1	75,93		2,20	167,05
	Tub d'alimentació de PVC Ø 25	1	6,2		1,12	6,94
	Total material					**173,99**
	Mà d'obra					
	Oficial de primera			4	25,00	100,00
	Ajudant			4	15,00	60,00
	Total mà d'obra					**160,00**
	Total partida					**333,99**
4.4.	Subministrament i col·locació de l'equip de bombeig i el filtre de la piscina per al funcionament del cicle de depuració de la mateixa. Inclosos tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.					
	Material					
	Bomba Astral Sena 1/3 CV	1			200,00	200,00
	Total material					**200,00**
	Mà d'obra					
	Oficial de primera			0,75	25,00	18,75
	Ajudant			0,75	15,00	11,25
	Total mà d'obra					**30,00**
	Total partida					**230,00**
4.5.	Subministrament i col·locació de la manta tèrmica de la piscina col·locada i amb les guies degudament instal·lades. Inclosos tots els elements, accions i connexions necessaris per al bon funcionament.					
	Material					
	Enrotllador de la manta tèrmica	1			350,00	**350,00**

Manta tèrmica	204		7,00	**1428,00**
Total material				**1778,00**
Mà d'obra				
Oficial de primera		2	25,00	**50,00**
Ajudant		2	15,00	**30,00**
Total mà d'obra				**80,00**
Total partida				**1858,00**

Partida	Descripció	Unitats	Longitud (m)	Temps (h)	Preus unitaris	Total (€)
5. Projectista						
5.1.	Realització del projecte bàsic, projecte de detall, legalitzacions i seguiment d'obra.					3600

Resultat

Total material	12491,31
Total mà d'obra	3650,00
Total projectista	3600,00
Total de la instal·lació	**19741,31**

Aquest pressupost ascendeix a la quantia en Euros:

Dinou mil set-cents quaranta-u amb trenta-u

4. Resum

Partida	Total (€)
1. Instal·lació fontaneria de la vivenda	4258,04
2. Instal·lació solar de la vivenda	1206,97
3. Instal·lació hidràulica de la piscina	5224,98
4. Instal·lació solar de la piscina	5451,32
5. Projectista	3600,00
Total	**19741,31**

Instal·lacions	Total (€)
Cost instal·lació fontaneria de la vivenda	
Materials	2858,04
Mà obra	1400,00
Cost instal·lació solar de la vivenda	
Materials	1066,97
Mà obra	140,00
Cost instal·lació hidràulica de la piscina	
Materials	3704,98
Mà obra	1520,00
Cost instal·lació solar de la piscina	
Materials	4861,32
Mà obra	590,00
Cost total material	12491,31
Cost total mà d'obra	3650,00
Cost projectista	3600
Total	**19741,31**

Concepte	Total (€)
Cost instal·lació vivenda	5465,01
Cost instal·lació piscina	10676,30
Cost projectista	3600,00
Total	**19741,31**

Concepte	Total (€)
Cost material instal·lació vivenda	3925,01
Cost mà d'obra vivenda	1540,00
Cost material instal·lació piscina	8566,30
Cost mà d'obra piscina	2110,00
Cost projectista	3600,00
Total	**19741,31**

Plec de condicions

Aquest plec de condicions s'ha elaborat en base al plec de condicions tècniques d'instal·lacions de baixa temperatura que edita *el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)*. És per aquest motiu que s'ha editat la publicació del seu document adequant-la al present projecte.

Instalaciones de
Energía Solar Térmica

Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura

PET-REV-octubre 2002

Índice

1 Requisitos generales 7

1.1 Objeto y campo de aplicación 7

1.2 Generalidades 7

1.3 Requisitos generales 8

1.3.1 Fluido de trabajo 8

1.3.2 Protección contra heladas 9

1.3.2.1 Generalidades 9

1.3.2.2 Mezclas anticongelantes 9

1.3.2.3 Recirculación del agua del circuito 10

1.3.2.4 Drenaje automático con recuperación del fluido 10

1.3.2.5 Sistemas de drenaje al exterior 10

1.3.3 Sobrecalentamientos 10

1.3.3.1 Protección contra sobrecalentamientos 10

1.3.3.2 Protección contra quemaduras 11

1.3.3.3 Protección de materiales y componentes contra altas temperaturas 11

1.3.4 Resistencia a presión 11

1.3.5 Prevención de flujo inverso 11

1.3.6 Prevención de la legionelosis 11

2 Configuraciones básicas 11

2.1 Clasificación de las instalaciones 11

3 Criterios generales de diseño 15

3.1 Dimensionado y cálculo 15

3.1.1 Datos de partida 15

3.1.2 Dimensionado básico 15

3.2 Diseño del sistema de captación 17

3.2.1 Generalidades 17

3.2.2 Orientación, inclinación, sombras e integración arquitectónica 17

3.2.3 Conexionado 18

3.2.4 Estructura soporte 19

3.3 Diseño del sistema de acumulación solar 19

3.3.1 Generalidades 19

3.3.2 Situación de las conexiones 20

3.3.3 Varios acumuladores 21

3.3.4 Sistema auxiliar en el acumulador solar 22

3.4 Diseño del sistema de intercambio ... 22
3.5 Diseño del circuito hidráulico ... 23
3.5.1 Generalidades ... 23
3.5.2 Tuberías ... 23
3.5.3 Bombas ... 23
3.5.4 Vasos de expansión ... 24
3.5.5 Purga de aire ... 24
3.5.6 Drenaje ... 24
3.6 Recomendaciones específicas adicionales para sistemas por circulación natural ... 24
3.7 Requisitos específicos adicionales para sistemas directos ... 24
3.8 Diseño del sistema de energía auxiliar ... 25
3.9 Diseño del sistema eléctrico y de control ... 26
3.10 Diseño del sistema de monitorización ... 27
Anexo I: Normativa de aplicación y consulta ... 31
Anexo II: Definiciones ... 35
Anexo III: Pruebas y documentación ... 41
Anexo IV: Cálculo de demandas energéticas ... 49
Anexo V: Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación ... 55
Anexo VI: Cálculo de pérdidas de radiación solar por sombras ... 61
Anexo VII: Componentes ... 69
Anexo VIII: Condiciones de montaje ... 85
Anexo IX: Requisitos técnicos del contrato de mantenimiento ... 93
Anexo X: Tablas de temperaturas y radiación ... 101
Anexo XI: Método de cálculo recomendado ... 113
Bibliografía ... 116

Antecedentes

Esta documentación ha sido realizada tomando como base la aportada por SODEAN, S.A., a través del Pliego de Especificaciones Técnicas para Instalaciones de Energía Solar Térmica a Baja Temperatura del programa PYMEs FEDER-IDAE, y las normativas vigentes o en proyecto, siendo elaborada a través del Convenio para el Impulso Tecnológico de la Energía Solar entre el IDAE y el INTA.

Adicionalmente, han participado en su elaboración el Grupo de Trabajo de Energía Solar, creado en el seno de la Comisión Consultiva de Ahorro y Eficiencia Energética del IDAE y compuesto por representantes de las diferentes Comunidades Autónomas, y el Grupo de Expertos Independientes de la Convocatoria de Ayudas a la Energía Solar Térmica en el ámbito del Plan de Fomento de las Energías Renovables correspondiente al año 2001. Se han tomado en consideración las opiniones que sobre el mismo han expresado algunas de las entidades acreditadas colaboradoras del IDAE para la Convocatoria de Ayudas a la Energía Solar Térmica en el ámbito del Plan de Fomento de las Energías Renovables correspondiente al año 2001 y las de CENSOLAR.

Su finalidad es establecer las condiciones técnicas que deben tomarse en consideración en la Convocatoria de Ayudas para la promoción de instalaciones de Energía Solar Térmica en el ámbito del Plan de Fomento de Energías Renovables, correspondiente a 2002.

1 Requisitos generales

1.1 Objeto y campo de aplicación

El objeto de este documento es fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares térmicas para calentamiento de líquido, especificando los requisitos de durabilidad, fiabilidad y seguridad.

El ámbito de aplicación de este documento se extiende a todos los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En determinados supuestos para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza del mismo o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este documento, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

Este documento no es de aplicación a instalaciones solares con almacenamientos estacionales.

1.2 Generalidades

En general, a las instalaciones recogidas bajo este documento le son de aplicación el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC), junto con la serie de normas UNE sobre solar térmica listadas en el Anexo I.

Este Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) es de aplicación para instalaciones con captadores cuyo coeficiente global de pérdidas sea inferior o igual a 9 W/(m^2·°C).

A efectos de requisitos mínimos, se consideran las siguientes clases de instalaciones:

- *Sistemas solares de calentamiento prefabricados* son lotes de productos con una marca registrada, que son vendidos como equipos completos y listos para instalar, con configuraciones fijas. Los sistemas de esta categoría se consideran como un solo producto y se evalúan en un laboratorio de ensayo como un todo.

  Si un sistema es modificado cambiando su configuración o cambiando uno o más de sus componentes, el sistema modificado se considera como un nuevo sistema, para el cual es necesario una nueva evaluación en el laboratorio de ensayo.

- *Sistemas solares de calentamiento a medida o por elementos* son aquellos sistemas construidos de forma única o montados eligiéndolos de una lista de componentes. Los sistemas de esta categoría son considerados como un conjunto de componentes. Los componentes se ensayan de forma separada y los resultados de los ensayos se integran en una evaluación del sistema completo. Los sistemas solares de calentamiento a medida se subdividen en dos categorías*:*

  - *Sistemas grandes a medida* son diseñados únicamente para una situación específica. En general son diseñados por ingenieros, fabricantes y otros expertos.
  - *Sistemas pequeños a medida* son ofrecidos por una Compañía y descritos en el así llamado archivo de clasificación, en el cual se especifican todos los componentes y posibles configuraciones de los sistemas fabricados por la Compañía. Cada posible combinación de una configuración del sistema con componentes de la clasificación se considera un solo sistema a medida.

Tabla 1. División de sistemas solares de calentamiento prefabricados y a medida.

Sistemas solares prefabricados (*)	*Sistemas solares a medida* (**)
Sistemas por termosifón para agua caliente sanitaria.	Sistemas de circulación forzada (o de termosifón) para agua caliente y/o calefacción y/o refrigeración y/o calentamiento de piscinas montados usando componentes y configuraciones descritos en un archivo de documentación (principalmente sistemas pequeños).
Sistemas de circulación forzada como lote de productos con configuración fija para agua caliente sanitaria.	
Sistemas con captador-depósito integrados (es decir, en un mismo volumen) para agua caliente sanitaria.	Sistemas únicos en el diseño y montaje, utilizados para calentamiento de agua, calefacción y/o refrigeración y/o calentamiento de piscinas o usos industriales (principalmente sistemas grandes).

(*) También denominados "equipos domésticos" o "equipos compactos".

(**) También denominados "instalaciones diseñadas por elementos" o "instalaciones partidas".

Considerando el coeficiente global de pérdidas de los captadores se considerarán, a efectos de permitir o limitar, dos grupos dependiendo del rango de temperatura de trabajo:

– Las instalaciones destinadas exclusivamente a producir agua caliente sanitaria, calentamiento de piscinas, precalentamiento de agua de aporte de procesos industriales, calefacción por suelo radiante o "fan-coil" u otros usos a menos de 45 °C, podrán emplear captadores cuyo coeficiente global de pérdidas esté comprendido entre 9 W/(m^2·°C) y 4,5 W/(m^2·°C).

– Las instalaciones destinadas a climatización, calefacción por sistemas diferentes a suelo radiante o "fan-coil", u otros usos en los cuales la temperatura del agua de aporte a la instalación solar y la de referencia de producción se sitúen en niveles semejantes, deberán emplear captadores cuyo coeficiente global de pérdidas sea inferior a 4,5 W/(m^2·°C).

En ambos grupos el rendimiento medio anual de la instalación deberá ser mayor del 30 %, calculándose de acuerdo a lo especificado en el capítulo 3 ("*Criterios generales de diseño*").

1.3 Requisitos generales

1.3.1 Fluido de trabajo

Como fluido de trabajo en el circuito primario se utilizará agua de la red, o agua desmineralizada, o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar y del agua utilizada. Los aditivos más usuales son los anticongelantes, aunque en ocasiones se puedan utilizar aditivos anticorrosivos.

La utilización de otros fluidos térmicos requerirá incluir su composición y calor específico en la documentación del sistema y la certificación favorable de un laboratorio acreditado.

En cualquier caso el pH a 20 °C del fluido de trabajo estará comprendido entre 5 y 9, y el contenido en sales se ajustará a los señalados en los puntos siguientes:

a) La salinidad del agua del circuito primario no excederá de 500 mg/l totales de sales solubles. En el caso de no disponer de este valor se tomará el de conductividad como variable limitante, no sobrepasando los 650 µS/cm.

b) El contenido en sales de calcio no excederá de 200 mg/l. expresados como contenido en carbonato cálcico.

c) El límite de dióxido de carbono libre contenido en el agua no excederá de 50 mg/l.

Fuera de estos valores, el agua deberá ser tratada.

El diseño de los circuitos evitará cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación. En particular, se prestará especial atención a una eventual contaminación del agua potable por el fluido del circuito primario.

Para aplicaciones en procesos industriales, refrigeración o calefacción, las características del agua exigidas por dicho proceso no sufrirán ningún tipo de modificación que pueda afectar al mismo.

1.3.2 Protección contra heladas

1.3.2.1 Generalidades

El fabricante, suministrador final, instalador o diseñador del sistema deberá fijar la mínima temperatura permitida en el sistema. Todas las partes del sistema que estén expuestas al exterior deberán ser capaces de soportar la temperatura especificada sin daños permanentes en el sistema.

Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0 °C, deberá estar protegido contra heladas.

El fabricante deberá describir el método de protección anti-heladas usado por el sistema. A los efectos de este documento, como sistemas de protección anti-heladas podrán utilizarse:

1. Mezclas anticongelantes.
2. Recirculación de agua de los circuitos.
3. Drenaje automático con recuperación de fluido.
4. Drenaje al exterior (sólo para sistemas solares prefabricados).

1.3.2.2 Mezclas anticongelantes

Como anticongelantes podrán utilizarse los productos, solos o mezclados con agua, que cumplan la reglamentación vigente y cuyo punto de congelación sea inferior a 0 °C (*). En todo caso, su calor específico no será inferior a 3 kJ/(kg·K), equivalentes a 0,7 kcal/(kg·°C).

Se deberán tomar precauciones para prevenir posibles deterioros del fluido anticongelante como resultado de condiciones altas de temperatura. Estas precauciones deberán de ser comprobadas de acuerdo con UNE-EN 12976-2.

La instalación dispondrá de los sistemas necesarios para facilitar el llenado de la misma y para asegurar que el anticongelante está perfectamente mezclado.

Es conveniente que se disponga de un deposito auxiliar para reponer las pérdidas que se puedan dar del fluido en el circuito, de forma que nunca se utilice un fluido para la reposición cuyas características incumplan el Pliego. Será obligatorio en los casos de riesgos de heladas y cuando el agua deba tratarse.

En cualquier caso, el sistema de llenado no permitirá las pérdidas de concentración producidas por fugas del circuito y resueltas con reposición de agua de red.

(*) El punto de congelación deberá de estar acorde con las condiciones climáticas del lugar.

1.3.2.3 Recirculación del agua del circuito

Este método de protección anti-heladas asegurará que el fluido de trabajo está en movimiento cuando exista riesgo a helarse.

El sistema de control actuará, activando la circulación del circuito primario, cuando la temperatura detectada preferentemente en la entrada de captadores o salida o aire ambiente circundante alcance un valor superior al de congelación del agua (como mínimo 3 °C).

Este sistema es adecuado para zonas climáticas en las que los períodos de baja temperatura sean de corta duración.

Se evitará, siempre que sea posible, la circulación de agua en el circuito secundario.

1.3.2.4 Drenaje automático con recuperación del fluido

El fluido en los componentes del sistema que están expuestos a baja temperatura ambiente, es drenado a un depósito, para su posterior uso, cuando hay riesgo de heladas.

La inclinación de las tuberías horizontales debe estar en concordancia con las recomendaciones del fabricante en el manual de instalador al menos en 20 mm/m.

El sistema de control actuará la electroválvula de drenaje cuando la temperatura detectada en captadores alcance un valor superior al de congelación del agua (como mínimo 3 °C).

El vaciado del circuito se realizará a un tanque auxiliar de almacenamiento, debiéndose prever un sistema de llenado de captadores para recuperar el fluido.

El sistema requiere utilizar un intercambiador de calor entre los captadores y el acumulador para mantener en éste la presión de suministro de agua caliente.

1.3.2.5 Sistemas de drenaje al exterior (sólo para sistemas solares prefabricados)

El fluido en los componentes del sistema que están expuestos a baja temperatura ambiente, es drenado al exterior cuando ocurre peligro de heladas.

La inclinación de las tuberías horizontales debe estar en concordancia con las recomendaciones del fabricante en el manual de instalador al menos en 20 mm/m.

Este sistema no está permitido en los sistemas solares a medida.

1.3.3 Sobrecalentamientos

1.3.3.1 Protección contra sobrecalentamientos

El sistema deberá estar diseñado de tal forma que con altas radiaciones solares prolongadas sin consumo de agua caliente, no se produzcan situaciones en las cuales el usuario tenga que realizar alguna acción especial para llevar al sistema a su forma normal de operación.

Cuando el sistema disponga de la posibilidad de drenajes como protección ante sobrecalentamientos, la construcción deberá realizarse de tal forma que el agua caliente o vapor del drenaje no supongan ningún peligro para los habitantes y no se produzcan daños en el sistema, ni en ningún otro material en el edificio o vivienda.

Cuando las aguas sean duras (*), se realizarán las previsiones necesarias para que la temperatura de trabajo de cualquier punto del circuito de consumo no sea superior a 60 °C,

(*) Contenido en sales de calcio entre 100 y 200 mg/l (ver apartado 1.3.1).

sin perjuicio de la aplicación de los requerimientos necesarios contra la *legionella*. En cualquier caso, se dispondrán los medios necesarios para facilitar la limpieza de los circuitos.

1.3.3.2 Protección contra quemaduras

En sistemas de agua caliente sanitaria, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda exceder de 60 °C deberá ser instalado un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60 °C, aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para sufragar las pérdidas. Este sistema deberá ser capaz de soportar la máxima temperatura posible de extracción del sistema solar.

1.3.3.3 Protección de materiales y componentes contra altas temperaturas

El sistema deberá ser diseñado de tal forma que nunca se exceda la máxima temperatura permitida por todos los materiales y componentes.

1.3.4 Resistencia a presión

Se deberán cumplir los requisitos de la norma UNE-EN 12976-1.

En caso de sistemas de consumo abiertos con conexión a la red, se tendrá en cuenta la máxima presión de la misma para verificar que todos los componentes del circuito de consumo soportan dicha presión.

1.3.5 Prevención de flujo inverso

La instalación del sistema deberá asegurar que no se produzcan pérdidas energéticas relevantes debidas a flujos inversos no intencionados en ningún circuito hidráulico del sistema.

La circulación natural que produce el flujo inverso se puede favorecer cuando el acumulador se encuentra por debajo del captador, por lo que habrá que tomar, en esos casos, las precauciones oportunas para evitarlo.

En sistemas con circulación forzada se aconseja utilizar una válvula anti-retorno para evitar flujos inversos.

1.3.6 Prevención de la legionelosis

Se deberá cumplir el Real Decreto 909/2001, por lo que la temperatura del agua en el circuito de distribución de agua caliente no deberá ser inferior a 50 °C en el punto más alejado y previo a la mezcla necesaria para la protección contra quemaduras o en la tubería de retorno al acumulador. La instalación permitirá que el agua alcance una temperatura de 70 °C. En consecuencia, no se admite la presencia de componentes de acero galvanizado.

2 Configuraciones básicas

2.1 Clasificación de las instalaciones

En consideración con los diferentes objetivos atendidos por este PCT, se aplicarán los siguientes criterios de clasificación:

- El principio de circulación.
- El sistema de transferencia de calor.
- El sistema de expansión.

– El sistema de energía auxiliar.
– La aplicación.

Por el *principio de circulación* se clasificarán en:

- Instalaciones por termosifón o circulación natural
- Instalaciones por circulación forzada

Por el *sistema de transferencia de calor*:

- Instalaciones de transferencia directa sin intercambiador de calor
- Instalación con intercambiador de calor en el acumulador solar
  - Sumergido
  - De doble envolvente
- Instalaciones con intercambiador de calor independiente

Por el *sistema de expansión*:

- Sistema abierto
- Sistema cerrado

Por el *sistema de aporte de energía auxiliar*:

- Sistema de energía auxiliar en el acumulador solar
- Sistema de energía auxiliar en acumulador secundario individual
- Sistema de energía auxiliar en acumulador secundario centralizado
- Sistema de energía auxiliar en acumuladores secundarios distribuidos
- Sistema de energía auxiliar en línea centralizado
- Sistema de energía auxiliar en línea distribuido
- Sistema de energía auxiliar en paralelo

Por su *aplicación*:

- Instalaciones para calentamiento de agua sanitaria
- Instalaciones para usos industriales
- Instalaciones para calefacción
- Instalaciones para refrigeración
- Instalaciones para climatización de piscinas
- Instalaciones de uso combinado
- Instalaciones de precalentamiento

Esta clasificación se hace con referencia a las definiciones dadas en el Anexo II de este PCT.

En la figura 1 aparecen diferentes configuraciones de instalaciones recomendadas según el tipo de aplicación, recogiéndose las más usuales. Siempre pueden existir otras y combinaciones de las anteriores.

El empleo de otras configuraciones diferentes a las que aquí se recomiendan debe dar lugar a prestaciones o ganancias solares similares a las obtenidas con éstas.

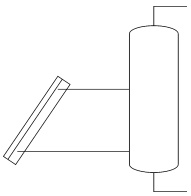
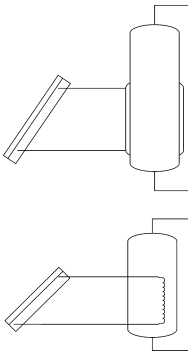
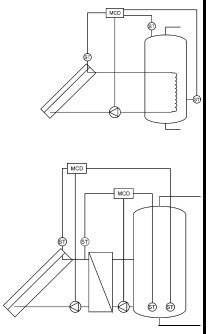
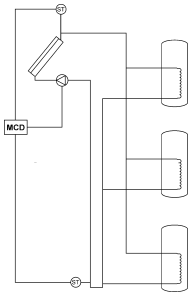
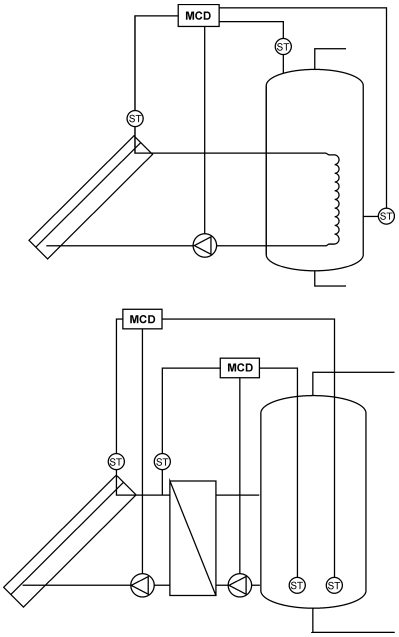
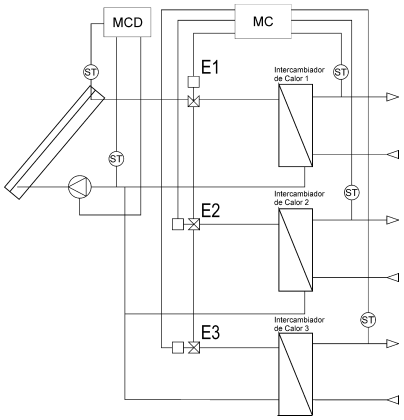
<table>
<tr><th>Aplicación</th><th colspan="4">Sistema</th><th>Comentarios</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Agua caliente sanitaria</td><td colspan="2">Circulación natural</td><td colspan="2">Circulación forzada. Sistema indirecto</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>Sistema directo
  </td><td>Sistema indirecto
  </td><td>Acumulación solar centralizada
  </td><td>Acumulación solar distribuida
  </td></tr>
<tr><td rowspan="2">Usos industriales</td><td colspan="4">Circulación forzada. Sistema indirecto</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Acumulación solar centralizada
  </td><td colspan="2">Acumulación solar distribuida
  </td></tr>
</table>

Fig. 1

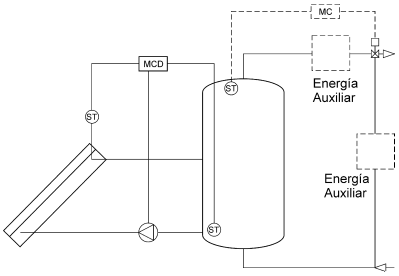
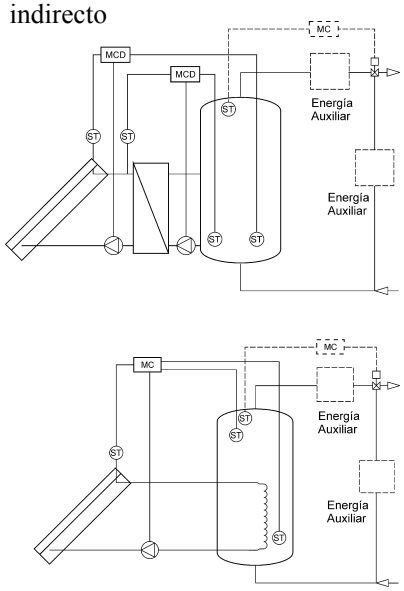
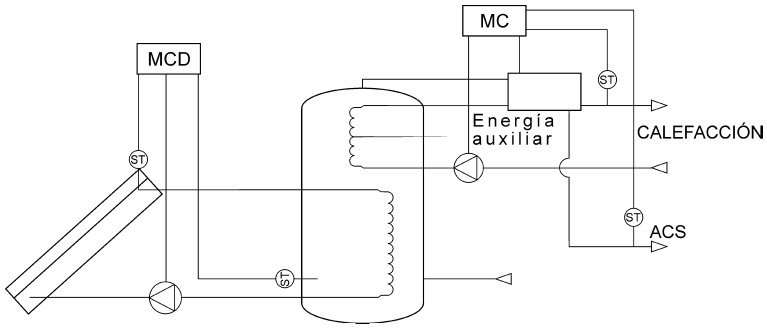
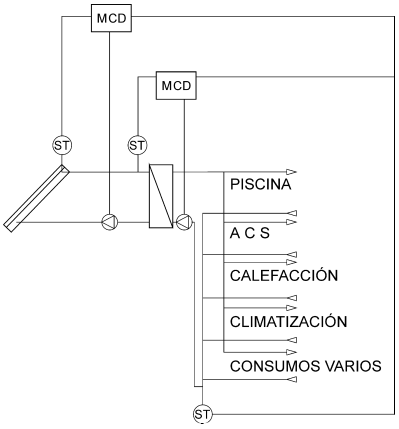
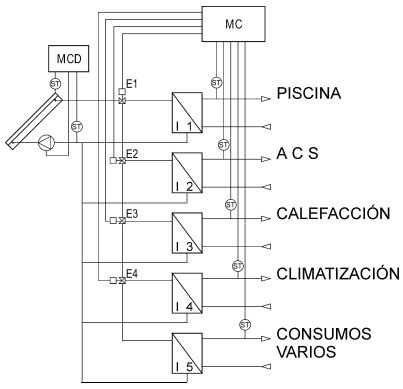
<table>
<tr><th>Aplicación</th><th>Sistema</th><th>Comentarios</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Calefacción y/o refrigeración</td><td colspan="2">Circulación forzada</td><td rowspan="2">Sistema auxiliar en línea o paralelo o trabajando contra el depósito</td></tr>
<tr><td>Sistema directo
 
</td><td>Sistema indirecto
 
</td></tr>
<tr><td>Usos combinados: para agua caliente sanitaria y calefacción</td><td colspan="2">Circulación forzada por sistema indirecto con acumulador solar centralizado
 
</td><td>Sistema solar en línea compartido</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Usos combinados para todas las aplicaciones</td><td colspan="2">Circulación forzada</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>Único intercambiador de calor
 
</td><td>Intercambiador de calor por aplicación
 
</td></tr>
</table>

Fig. 1 (continuación)

ANEXO I

NORMATIVA DE APLICACIÓN Y CONSULTA

Normativa de aplicación y consulta

I.1 Normativa de aplicación

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Reglamento de Recipientes a Presión (RAP).

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Complementaria MI.BT, incluidas las hojas de interpretación.

Normas Básicas de la Edificación: *Estructuras de Acero en la Edificación* (NBE-EA.95).

Normas Básicas de la Edificación: *Condiciones Acústicas en los Edificios* (NBE-CA).

Normas Básicas de la Edificación: *Condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios* (NBE-CPI).

Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OSHT).

Ley de Protección del Ambiente Atmosférico (LPAA).

Ley número 88/67 de 8 de noviembre: *Sistema Internacional de Unidades de Medida S.I.*

I.2 Normativa de consulta

UNE-EN 12975-1: *Sistemas solares térmicos y componentes. Captadores solares. Parte 1: Requisitos generales.*

UNE-EN 12975-2: *Sistemas solares térmicos y componentes. Captadores solares. Parte 2: Métodos de ensayo.*

UNE-EN 12976-1: *Sistemas solares térmicos y componentes. Sistemas solares prefabricados. Parte 1: Requisitos generales.*

UNE-EN 12976-2: *Sistemas solares térmicos y componentes. Sistemas solares prefabricados. Parte 2: Métodos de ensayo.*

UNE-EN 12977-1: *Sistemas solares térmicos y componentes. Sistemas solares a medida. Parte 1: Requisitos generales.*

UNE-EN 12977-2: *Sistemas solares térmicos y componentes. Sistemas solares a medida. Parte 2: Métodos de ensayo.*

prEN 806-1: *Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption. Part 1: General.*

prEN 1717: *Protection against pollution of potable water in drinking water installations and general requirements of devices to prevent pollution by back flow.*

ENV 1991-2-3: *Eurocode 1. Basis of design and actions on structures. Part 2-3: Action on structures; snow loads.*

ENV 1991-2-4: *Eurocode 1. Basis of design and actions on structures. Part 2-4: Action on structures; wind loads.*

EN 60335-1/1995: *Safety of household and similar electrical appliances. Part 1: General requirements* (IEC 335-1/1991 modified).

EN 60335-2-21: *Safety of household and similar electrical appliances. Part 2: Particular requirements for storage water heaters* (IEC 335-2-21/1989 + Amendments 1/1990 and 2/1990, modified).

ENV 61024-1: *Protection of structures against lightning. Part 1: General principles* (IEC 1024-1/1990, modified).

ISO 9488: *Energia solar.Vocabulario.*

Se considerará la edición más reciente de las normas antes mencionadas, con las últimas modificaciones oficialmente aprobadas.

ANEXO II

DEFINICIONES

Definiciones

II.1 Parámetros ambientales

Radiación solar: Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

Radiación solar directa: Radiación solar incidente sobre un plano dado, procedente de un pequeño ángulo sólido centrado en el disco solar.

Radiación solar hemisférica: Radiación solar incidente en una superficie plana dada, recibida desde un ángulo sólido de 2π sr (del hemisferio situado por encima de la superficie). Hay que especificar la inclinación y azimut de la superficie receptora.

Radiación solar difusa: Radiación solar hemisférica menos la radiación solar directa.

Radiación solar global: Radiación solar hemisférica recibida en un plano horizontal.

Irradiancia solar: Potencia radiante incidente por unidad de superficie sobre un plano dado. Se expresa en W/m^2.

Irradiancia solar directa: Cociente entre el flujo radiante recibido en una superficie plana dada, procedente de un pequeño ángulo sólido centrado en el disco solar, y el área de dicha superficie. Si el plano es perpendicular al eje del ángulo sólido, la irradiancia solar recibida se llama directa normal. Se expresa en W/m^2.

Irradiancia solar difusa: Irradiancia de la radiación solar difusa sobre una superficie receptora plana. Hay que especificar la inclinación y el azimut de la superficie receptora.

Irradiancia solar reflejada: La radiación por unidad de tiempo y unidad de área que, procedente de la reflexión de la radiación solar en el suelo y otros objetos, incide sobre una superficie.

Irradiación: Energía incidente por unidad de superficie sobre un plano dado, obtenida por integración de la irradiancia durante un intervalo de tiempo dado, normalmente una hora o un día. Se expresa en MJ/m^2 o kWh/m^2.

Aire ambiente: Aire (tanto interior como exterior) que envuelve a un acumulador de energía térmica, a un captador solar o a cualquier objeto que se esté considerando.

II.2 Instalación

Instalaciones abiertas: Instalaciones en las que el circuito primario está comunicado de forma permanente con la atmósfera.

Instalaciones cerradas: Instalaciones en las que el circuito primario no tiene comunicación directa con la atmósfera.

Instalaciones de sistema directo: Instalaciones en las que el fluido de trabajo es la propia agua de consumo que pasa por los captadores.

Instalaciones de sistema indirecto: Instalaciones en las que el fluido de trabajo se mantiene en un circuito separado, sin posibilidad de comunicarse con el circuito de consumo.

Instalaciones por termosifón: Instalaciones en las que el fluido de trabajo circula por convección libre.

Instalación con circulación forzada: Instalación equipada con dispositivos que provocan la circulación forzada del fluido de trabajo.

Circuito primario: Circuito del que forman parte los captadores y las tuberías que los unen, en el cual el fluido recoge la energía solar y la transmite.

Circuito secundario: Circuito en el que se recoge la energía transferida del circuito primario para ser distribuida a los puntos de consumo.

Circuito de consumo: Circuito por el que circula agua de consumo.

Sistema solar prefabricado: Sistema de energía solar para los fines de preparación sólo de agua caliente, ya sea como un sistema compacto o como un sistema partido. Consiste bien en un sistema integrado o bien un conjunto y configuración uniformes de componentes. Se produce bajo condiciones que se presumen uniformes y ofrecidas a la venta bajo un solo nombre comercial.

Un solo sistema puede ser ensayado como un todo en un laboratorio, dando lugar a resultados que representan sistemas con la misma marca comercial, configuración, componentes y dimensiones.

Sistemas de energía auxiliar conectados en serie con el sistema solar prefabricado no se consideran partes del mismo.

Sistema compacto: Equipo solar prefabricado cuyos elementos se encuentran montados en una sola unidad, aunque físicamente pueden estar diferenciados.

Sistema partido: Equipo solar prefabricado cuyos elementos principales (captación y acumulación) se pueden encontrar a una distancia física relevante.

Sistema integrado: Equipo solar prefabricado cuyos elementos principales (captación y acumulación) constituyen un único componente y no es posible diferenciarlos físicamente.

II.3 Captadores

Captador solar térmico: Dispositivo diseñado para absorber la radiación solar y transmitir la energía térmica así producida a un fluido de trabajo que circula por su interior.

Captador solar de líquido: Captador solar que utiliza un líquido como fluido de trabajo.

Captador solar de aire: Captador solar que utiliza aire como fluido de trabajo.

Captador solar plano: Captador solar sin concentración cuya superficie absorbedora es sensiblemente plana.

Captador sin cubierta: Captador solar sin cubierta sobre el absorbedor.

Captador de concentración: Captador solar que utiliza reflectores, lentes u otros elementos ópticos para redireccionar y concentrar sobre el absorbedor la radiación solar que atraviesa la apertura.

Captador de vacío: Captador en el que se ha realizado el vacío en el espacio entre absorbedor y cubierta.

Captador de tubos de vacío: Captador de vacío que utiliza un tubo transparente (normalmente de cristal) donde se ha realizado el vacío entre la pared del tubo y el absorbedor.

Cubierta: Elemento o elementos transparentes (o translúcidos) que cubren el absorbedor para reducir las pérdidas de calor y protegerlo de la intemperie.

Absorbedor: Componente de un captador solar cuya función es absorber la energía radiante y transferirla en forma de calor a un fluido.

Placa absorbente: Absorbedor cuya superficie es sensiblemente plana.

Apertura: Superficie a través de la cual la radiación solar no concentrada es admitida en el captador.

Área de apertura: Es la máxima proyección plana de la superficie del captador transparente expuesta a la radiación solar incidente no concentrada.

Área total: Área máxima proyectada por el captador completo, excluyendo cualquier medio de soporte y acoplamiento de los tubos expuesta.

Fluido de transferencia de calor o fluido de trabajo: Es el fluido encargado de recoger y transmitir la energía captada por el absorbedor.

Carcasa: Es el componente del captador que conforma su superficie exterior, fija la cubierta, contiene y protege a los restantes componentes del captador y soporta los anclajes del mismo.

Materiales aislantes: Son aquellos materiales de bajo coeficiente de conductividad térmica cuyo empleo en el captador solar tiene por objeto reducir las pérdidas de calor por la parte posterior y laterales.

Junta de cubierta: Es un elemento cuya función es asegurar la estanquidad de la unión cubierta-carcasa.

Temperatura de estancamiento del captador: Corresponde a la máxima temperatura del fluido que se obtiene cuando, sometido el captador a altos niveles de radiación y temperatura ambiente y siendo la velocidad del viento despreciable, no existe circulación en el captador y se alcanzan condiciones cuasi-estacionarias.

II.4 Componentes

Intercambiador de calor: Dispositivo en el que se produce la transferencia de energía del circuito primario al circuito secundario.

Acumulador solar o depósito solar: Depósito en el que se acumula el agua calentada por energía solar.

Depósito de expansión: Dispositivo que permite absorber las variaciones de volumen y presión en un circuito cerrado producidas por las variaciones de temperatura del fluido circulante. Puede ser abierto o cerrado, según esté o no en comunicación con la atmósfera.

Bomba de circulación: Dispositivo electromecánico que produce la circulación forzada del fluido a través de un circuito.

Purgador de aire: Dispositivo que permite la salida del aire acumulado en el circuito. Puede ser manual o automático.

Válvula de seguridad: Dispositivo que limita la presión máxima del circuito.

Válvula anti-retorno: Dispositivo que evita el paso de fluido en un sentido.

Controlador diferencial de temperaturas: Dispositivo electrónico que comanda distintos elementos eléctricos de la instalación (bombas, electroválvulas, etc.) en función, principalmente, de las temperaturas en distintos puntos de dicha instalación.

Termostato de seguridad: Dispositivo utilizado para detectar la temperatura máxima admisible del fluido de trabajo en el algún punto de la instalación.

Controlador anti-hielo: Dispositivo que impide la congelación del fluido de trabajo.

II.5 Otras definiciones

Almacenamiento estacional: Es el que se produce o realiza durante una estación o parte del año.

Archivo de clasificación: Es el archivo de documentación técnica para sistemas solares de calentamiento pequeños a medida de una Compañía, el cual incluye:

- Clasificación completa para sistemas pequeños a medida.
- Descripción completa de todas las configuraciones del sistema.
- Descripción completa de todas las combinaciones comercializadas de las configuraciones del sistema y componentes, incluyendo dimensiones de éstos y número de unidades.
- Información técnica de todo.

Referencia : *Sistemas solares de calentamiento pequeños a medida*, UNE 12977-1, párrafo 3.2.

Archivo de documentación: La documentación del sistema deberá ser completa y entendible:

- Todos los componentes de cada sistema pequeño a medida deberán ir provistos con un conjunto de instrucciones de montaje y funcionamiento entendibles, así como recomendaciones de servicio. Esta documentación deberá incluir todas las instrucciones necesarias para el montaje, instalación, operación y mantenimiento. Estas instrucciones deberán incluir toda la información que contiene la lista de 4.6 de EN 12976-1:2000.
- Cada sistema grande a medida deberá ir provisto con un conjunto de instrucciones de montaje y funcionamiento, así como recomendaciones de servicio. Esta documentación deberá incluir todas las instrucciones necesarias para el montaje, instalación, operación y mantenimiento y todos los registros de arranque inicial y puesta en servicio de acuerdo con 6.6. de la UNE 12977-1
- Los documentos deberán ser guardados en un lugar visible (preferentemente cerca del acumulador), protegidos del calor, agua y polvo.

ANEXO III

PRUEBAS Y DOCUMENTACIÓN

Pruebas y documentación

III.1 Pruebas

El suministrador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar.

Las pruebas a realizar por el instalador serán, como mínimo, las siguientes:

- Llenado, funcionamiento y puesta en marcha del sistema.
- Se probarán hidrostáticamente los equipos y el circuito de energía auxiliar.
- Se comprobará que las válvulas de seguridad funcionan y que las tuberías de descarga de las mismas no están obturadas y están en conexión con la atmósfera. La prueba se realizará incrementando hasta un valor de 1,1 veces el de tarado y comprobando que se produce la apertura de la válvula.
- Se comprobará la correcta actuación de las válvulas de corte, llenado, vaciado y purga de la instalación.
- Se comprobará que alimentando (eléctricamente) las bombas del circuito, entran en funcionamiento y el incremento de presión indicado por los manómetros se corresponde en la curva con el caudal del diseño del circuito.
- Se comprobará la actuación del sistema de control y el comportamiento global de la instalación realizando una prueba de funcionamiento diario, consistente en verificar, que, en un día claro, las bombas arrancan por la mañana, en un tiempo prudencial, y paran al atardecer, detectándose en el depósito saltos de temperatura significativos.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la instalación, no obstante el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos han funcionado correctamente durante un mínimo de un mes, sin interrupciones o paradas.

III.2 Documentación

III.2.A Documentación para sistemas solares prefabricados

III.2.A.1 Generalidades

Con cada sistema solar prefabricado, el fabricante o distribuidor oficial deberá suministrar instrucciones para el montaje e instalación (para el instalador) e instrucciones de operación (para el usuario). Estos documentos deberán estar escritos en el idioma(s) oficial(es) del país de venta y deberán incluir todas las instrucciones necesarias para el montaje y operación, incluyendo mantenimiento, y prestando atención a mayores requisitos y reglas técnicas de interés.

III.2.A.2 Documentos para el instalador

Las instrucciones de montaje deberán ser apropiadas al sistema e incluir información concerniente a:

a) Datos técnicos, aquellos que se refieren a:

   1) Diagramas del sistema.

   2) Localización y diámetros nominales de todas las conexiones externas.

   3) Un resumen con todos los componentes que se suministran (como captador solar, depósito de acumulación, estructura soporte, circuito hidráulico, provisiones de energía auxiliar, sistema de control/regulación y accesorios), con información de cada componente del modelo, potencia eléctrica, dimensiones, peso, marca y montaje.

   4) Máxima presión de operación de todos los circuitos de fluido del sistema, tales como el circuito de captadores, el circuito de consumo y el circuito de calentamiento auxiliar (en kg/cm^2).

   5) Límites de trabajo: temperaturas y presiones admisibles, etc. a través del sistema.

   6) Tipo de protección contra la corrosión.

   7) Tipo de fluido de transferencia de calor.

b) Embalaje y transporte de todo el sistema y/o componentes y modo de almacenaje (exterior, interior, embalado, no embalado).

c) Guías de instalación con recomendaciones sobre:

   1) Superficies de montaje.

   2) Distancias a paredes y seguridad en relación con el hielo.

   3) Forma en la que las tuberías de entrada al edificio han de estar terminadas (resistencia a lluvia y humedad).

   4) Procedimiento a seguir para el aislamiento térmico de las tuberías.

   5) Integración en el tejado del captador (si es apropiado).

d) Si una estructura soporte que normalmente montada al exterior es parte del sistema, los valores máximos de s_k (carga de nieve) y v_m (velocidad principal de viento) de acuerdo con ENV 1991-2-3 y ENV 1991-2-4 y una declaración de que el sistema sólo puede ser instalado en sitios con valores menores de s_k y v_m.

e) Método de conexión de tuberías.

f) Tipos y tamaños de los dispositivos de seguridad y su drenaje. Las instrucciones de montaje deberán indicar que cualquier válvula de tarado de presión que se instale por la cual pueda salir vapor en condiciones de operación normal o estancamiento, habrá de ser montada de tal forma que no se produzcan lesiones, agravios o daños causados por el escape de vapor. Cuando el sistema esté equipado para drenar una cantidad de agua como protección contra sobrecalentamiento, el drenaje de agua caliente debe estar construido de tal forma que el agua drenada no cause ningún daño al sistema ni a otros materiales del edificio.

g) Los dispositivos necesarios de control y seguridad con esquema unifilar, incluyendo la necesidad de una válvula termostática de mezcla que limite la temperatura de extracción a 60 °C, cuando así se requiera de acuerdo con 1.3.3.2.

h) Revisión, llenado y arranque del sistema.

i) Montaje del sistema.

j) Una lista de comprobación para el instalador para verificar el correcto funcionamiento del sistema.

k) La mínima temperatura hasta la cual el sistema puede soportar heladas.

III.2.A.3 Documentos para el usuario

Las instrucciones de operación deberán incluir información concerniente a:

a) Componentes de seguridad existentes y ajustes de termostato cuando sea aplicable.

b) Implementación del sistema poniendo especial atención en el hecho de que:

1) Antes de poner el sistema en operación se debe comprobar que todas las válvulas trabajan correctamente y que el sistema está llenado completamente con agua y/o fluido anticongelante de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

2) En caso de cualquier avería, deberá llamarse a un especialista.

c) Operación normal de las válvulas de seguridad.

d) Precauciones en relación con riesgo de daños por congelación o sobrecalentamientos.

e) La manera de evitar averías cuando se arranque el sistema bajo condiciones de congelación o posible congelación.

f) Desmontaje del sistema.

g) Mantenimiento del sistema por un especialista, incluyendo frecuencia de inspecciones y mantenimiento y una lista de partes que tienen que ser repuestas durante el mantenimiento normal.

h) Datos de rendimiento del sistema.

1) Rango de cargas recomendado para el sistema (en l/día) a la temperatura especificada.

2) Consumo de electricidad anual de bombas, sistemas de control y válvulas eléctricas del sistema para las mismas condiciones que las especificadas para el rendimiento térmico, asumiendo un tiempo de operación de la bomba de captadores de 2000 h.

3) Si el sistema contiene dispositivos de protección contra heladas que causen consumo eléctrico, se hará constar la potencia eléctrica de estos dispositivos (en W) y sus características (temperatura de arranque).

i) Cuando el sistema de protección contra heladas dependa de la electricidad y/o suministro de agua fría y/o el sistema haya sido llenado con agua de consumo, el requisito de no cortar nunca el suministro eléctrico y/o el suministro de agua fría, o que el sistema no sea drenado cuando haya alta radiación solar.

j) El hecho de que durante situaciones de alta radiación, agua de consumo puede ser drenada, si éste es el método usado para prevenir sobrecalentamientos.

k) Mínima temperatura hasta la cual el sistema puede soportar heladas.

l) Tipo de fluido de transferencia de calor.

m) En caso de sistemas con calentadores de emergencia, habrá de indicarse que dicho calentador deberá ser usado para propósitos de emergencia.

III.2.B Documentación para sistemas solares a medida

La documentación del sistema descrita a continuación deberá ser completa y entendible.

Para sistemas pequeños debería estar disponible la documentación técnica describiendo la clasificación propuesta por la Compañía, estando establecido el archivo de acuerdo con III.2.B.1. Deberá suministrarse una documentación de cada sistema de acuerdo con III.2.B.2.

Para sistemas grandes, deberá suministrarse una documentación completa del sistema de acuerdo con III.2.B.3.

III.2.B.1 Fichero de clasificación para sistemas pequeños

La documentación describiendo la clasificación de los sistemas pequeños debería incluir:

a) Todas las configuraciones propuestas del sistema incluyendo los esquemas hidráulicos y de control y las especificaciones que permitan al usuario entender el modo de funcionamiento del sistema.

b) Lista de componentes a incluir dentro de las configuraciones del sistema, con referencias completas de dimensión y tipo. La identificación de los componentes de la lista deberá ser fácil y sin ambigüedades.

c) Una lista de combinaciones propuestas de opciones dimensionales en cada una de las configuraciones del sistema.

d) Diagramas o tablas estableciendo el rendimiento del sistema bajo condiciones de referencia para cada combinación propuesta de opciones dimensionales en cada configuración del sistema. Las condiciones de referencia deberían estar completamente especificadas incluyendo supuestos hechos en cargas térmicas y datos climatológicos. Las cargas térmicas supuestas deberían de estar en el rango comprendido entre 0,5 y 1,5 veces la carga de diseño especificada por el fabricante.

III.2.B.2 Documentación para sistemas pequeños

Todos los componentes de cada sistema pequeño a medida deberán ir provistos con un conjunto de instrucciones de montaje y funcionamiento entendibles, así como recomendaciones de servicio. Esta documentación deberá incluir todas las instrucciones necesarias para el montaje, instalación, operación y mantenimiento.

Los documentos deberán ser guardados en un lugar visible (preferentemente cerca del acumulador), protegidos del calor, agua y polvo.

III.2.B.3 Documentos para sistemas grandes

Cada sistema grande a medida deberá ir provisto con un conjunto de instrucciones de montaje y funcionamiento, así como recomendaciones de servicio. Esta documentación deberá incluir todas las instrucciones necesarias para el montaje, instalación, operación y mantenimiento, y todas las de arranque inicial y puesta en servicio.

Los documentos deberán ser guardados en un lugar visible (preferentemente cerca del acumulador), protegidos del calor, agua y polvo.

III.2.B.3.1 Documentos con referencia a la puesta en servicio

La documentación debería incluir:

a) Todos los supuestos hechos en la carga (ofreciendo conjunto de valores en el intervalo ± 30 % sobre la carga media seleccionada).

b) Referencia completa de los datos climáticos usados.

c) Registro completo del método usado para el dimensionado del área de captadores, sistema(s) de almacenamiento e intercambiador de calor, incluyendo todas los supuestos (fracción solar deseada) y referencia completa a cualquier programa de simulación usado.

d) Registro completo de los procedimientos usados para el dimensionado hidráulico del circuito de captadores y sus componentes.

e) Registro completo de procedimientos usados para la predicción del rendimiento térmico del sistema, incluyendo referencia completa al programa de simulación usado.

III.2.B.3.2 Documentos de montaje e instalación

Los documentos deberán cumplir con los puntos a), e), f), g), h), j) y k) de III.2.A.2.

La descripción del montaje e instalación del sistema deberá dar lugar a una instalación correcta de acuerdo con los dibujos del sistema.

III.2.B.3.3 Documentos para el funcionamiento

La documentación deberá cumplir con los párrafos a), f) y g) de III.2.A.2.

Los documentos deberán incluir también:

a) Esquemas hidráulicos y eléctricos del sistema.

b) Descripción del sistema de seguridad con referencia a la localización y ajustes de los componentes de seguridad.

NOTA: Se debería dar una guía para la comprobación del sistema antes de ponerlo en funcionamiento de nuevo después de haber descargado una o más válvulas de seguridad.

c) Acción a tomar en caso de fallo del sistema o peligro, como está especificado según concepto de seguridad.

d) Descripción del concepto y sistema de control incluyendo la localización de los componentes del control (sensores). Éstos deberían estar incluidos en el esquema hidráulico del sistema.

e) Instrucciones de mantenimiento incluyendo arranque y parada del sistema.

f) Comprobación de función y rendimiento.

ANEXO VII

COMPONENTES

Componentes

VII.1 Generalidades

Los materiales de la instalación deben soportar las máximas temperaturas y presiones que puedan alcanzarse.

Todos los componentes y materiales cumplirán lo dispuesto en el Reglamento de Aparatos a Presión, que les sea de aplicación.

Cuando sea imprescindible utilizar en el mismo circuito materiales diferentes, especialmente cobre y acero, en ningún caso estarán en contacto, debiendo situar entre ambos juntas o manguitos dieléctricos.

En todos los casos es aconsejable prever la protección catódica del acero.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Para procesos industriales, el diseño, cálculo, montaje y características de los materiales deberán cumplir los requisitos establecidos por el proceso industrial.

Se debe tener particular precaución en la protección de equipos y materiales que pueden estar expuestos a agentes exteriores especialmente agresivos producidos por procesos industriales cercanos.

VII.2 Captadores solares

Si se utilizan captadores convencionales de absorbedor metálico, ha de tenerse en cuenta que el cobre solamente es admisible si el pH del fluido en contacto con él está comprendido entre 7,2 y 7,6. Absorbedores de hierro no son aptos en absoluto.

La pérdida de carga del captador para un caudal de 1 l⁄min por m^2 será inferior a 1 m c.a.

El captador llevará, preferentemente, un orificio de ventilación, de diámetro no inferior a 4 mm, situado en la parte inferior de forma que puedan eliminarse acumulaciones de agua en el captador. El orificio se realizará de manera que el agua pueda drenarse en su totalidad sin afectar al aislamiento.

Cuando se utilicen captadores con absorbedores de aluminio, obligatoriamente se utilizarán fluidos de trabajo con un tratamiento inhibidor de los iones de cobre y hierro.

VII.3 Acumuladores

Cuando el acumulador lleve incorporada una superficie de intercambio térmico entre el fluido primario y el agua sanitaria, en forma de serpentín o camisa de doble envolvente, se denominará interacumulador.

Cuando el intercambiador esté incorporado al acumulador, la placa de identificación indicará además, los siguientes datos:

- Superficie de intercambio térmico en m^2.
- Presión máxima de trabajo del circuito primario.

Cada acumulador vendrá equipado de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección, para las siguientes funciones:

- Manguitos roscados para la entrada de agua fría y la salida de agua caliente.
- Registro embridado para inspección del interior del acumulador y eventual acoplamiento del serpentín.
- Manguitos roscados para la entrada y salida del fluido primario.
- Manguitos roscados para accesorios como termómetro y termostato.
- Manguito para el vaciado.

Los acumuladores vendrán equipados de fábrica con las bocas necesarias soldadas antes de efectuar el tratamiento de protección interior.

El acumulador estará enteramente recubierto con material aislante, y es recomendable disponer una protección mecánica en chapa pintada al horno, PRFV, o lámina de material plástico.

Todos los acumuladores irán equipados con la protección catódica establecida por el fabricante para garantizar la durabilidad del acumulador.

Todos los acumuladores se protegerán, como mínimo, con los dispositivos indicados en el punto 5 de la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP-11 del Reglamento de Aparatos a Presión (Orden 11764 de 31 de mayo de 1985 - BOE número 148 de 21 de junio de 1985).

La utilización de acumuladores de hormigón requerirá la presentación de un proyecto firmado por un técnico competente.

Al objeto de estas especificaciones, podrán utilizarse acumuladores de las características y tratamiento descritos a continuación:

- Acumuladores de acero vitrificado de volumen inferior a 1000 l.
- Acumuladores de acero con tratamiento epoxídico.
- Acumuladores de acero inoxidable.
- Acumuladores de cobre.
- Acumuladores no metálicos que soporten la temperatura máxima del circuito, cumplan las normas UNE que le sean de aplicación y esté autorizada su utilización por las Compañías de suministro de agua potable.
- Acumuladores de acero negro (sólo en circuitos cerrados, sin agua de consumo)

VII.4 Intercambiadores de calor

Se indicará el fabricante y modelo del intercambiador de calor, así como datos de sus características de actuación medidos por el propio fabricante o por un laboratorio acreditado.

El intercambiador seleccionado resistirá la presión máxima de trabajo de la instalación. En particular se prestará especial atención a los intercambiadores que, como en el caso de los depósitos de doble pared, presentan grandes superficies expuestas por un lado a la presión y por otro, a la atmósfera, o bien, a fluidos a mayor presión.

En ningún caso se utilizarán interacumuladores con envolvente que dificulten la convección natural en el interior del acumulador.

Los materiales del intercambiador de calor resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito primario y serán compatibles con el fluido de trabajo.

Los intercambiadores de calor utilizados en circuitos de agua sanitaria serán de acero inoxidable o cobre.

El diseño del intercambiador de calor permitirá su limpieza utilizando productos líquidos.

El fabricante del intercambiador de calor garantizará un factor de ensuciamiento menor al permitido en diseño, dimensionado y cálculo de Instalaciones de Energía Solar Térmica.

Los tubos de los intercambiadores de calor tipo serpentín sumergido en el depósito, tendrán diámetros interiores inferiores o iguales a una pulgada, para instalaciones por circulación forzada. En instalaciones por termosifón, tendrán un diámetro mínimo de una pulgada.

Cualquier intercambiador de calor existente entre el circuito de captadores y el sistema de suministro al consumo no debería reducir la eficiencia del captador debido a un incremento en la temperatura de funcionamiento de captadores en más de lo que los siguientes criterios especifican:

- Cuando la ganancia solar del captador haya llegado al valor máximo posible, la reducción de la eficiencia del captador debido al intercambiador de calor no debería exceder el 10 % (en valor absoluto).
- Si se instala más de un intercambiador de calor, también este valor debería de no ser excedido por la suma de las reducciones debidas a cada intercambiador. El criterio se aplica también si existe en el sistema un intercambiador de calor en la parte de consumo.
- Si en una instalación a medida sólo se usa un intercambiador entre el circuito de captadores y el acumulador, la transferencia de calor del intercambiador de calor por unidad de área de captador no debería ser menor de 40 W/(K·m^2).

Se recomienda dimensionar el intercambiador de calor, en función de la aplicación, con las condiciones expresadas en la tabla 8.

Tabla 8

Aplicación	*Temperatura entrada primario*	*Temperatura salida secundario*	*Temperatura entrada secundario*
Piscinas	50 °C	28 °C	24 °C
Agua caliente sanitaria	60 °C	50 °C	45 °C
Calefacción a baja temperatura	60 °C	50 °C	45 °C
Refrigeración/Calefacción	105 °C	90 °C	75 °C

La pérdida de carga de diseño en el intercambiador de calor no será superior a 3 m c.a., tanto en el circuito primario como en el secundario.

El factor de ensuciamiento del intercambiador de calor no será inferior al especificado en la tabla 9 para cada tipo de agua utilizada como fluido de trabajo.

Tabla 9

Circuitos de consumo	$m^2 \cdot K/W$
Agua blanda y limpia	0,0006
Agua dura	0,0012
Agua muy dura y/o sucia	0,0018
Circuitos cerrados	0,0008

VII.5 Bombas de circulación

Las bombas podrán ser del tipo en línea, de rotor seco o húmedo o de bancada. Siempre que sea posible se utilizarán bombas tipo circuladores en línea.

En circuitos de agua caliente para usos sanitarios, los materiales de la bomba serán resistentes a la corrosión.

Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado.

Las bombas serán resistentes a las averías producidas por efecto de las incrustaciones calizas.

Las bombas serán resistentes a la presión máxima del circuito.

La bomba se seleccionará de forma que el caudal y la pérdida de carga de diseño se encuentren dentro de la zona de rendimiento óptimo especificado por el fabricante.

Cuando todas las conexiones son en paralelo, el caudal nominal será el igual al caudal unitario de diseño multiplicado por la superficie total de captadores conectados en paralelo.

La presión de la bomba deberá compensar todas las pérdidas de carga del circuito correspondiente.

La potencia eléctrica parásita para la bomba no debería exceder los valores dados en tabla 10.

Tabla 10

Sistema	*Potencia eléctrica de la bomba*
Sistemas pequeños	50 W o 2 % de la mayor potencia calorífica que pueda suministrar el grupo de captadores
Sistemas grandes	1 % de la mayor potencia calorífica que pueda suministrar el grupo de captadores

La potencia máxima de la bomba especificada anteriormente excluye la potencia de las bombas de los sistemas de drenaje con recuperación, que sólo es necesaria para rellenar el sistema después de un drenaje.

La bomba permitirá efectuar de forma simple la operación de desaireación o purga.

VII.6 Tuberías

En sistemas directos se utilizará cobre o acero inoxidable en el circuito primario. Se admiten tuberías de material plástico acreditado apto para esta aplicación.

En las tuberías del circuito primario podrán utilizarse como materiales el acero negro, el cobre y el acero inoxidable, con uniones roscadas, soldadas o embridadas y protección exterior con pintura anticorrosiva. Se admite material plástico acreditado apto para esta aplicación.

En el circuito secundario o de servicio de agua caliente sanitaria, podrá utilizarse cobre y acero inoxidable. Además, podrán utilizarse materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito, cumplan las normas UNE que le sean de aplicación y esté autorizada su utilización por las Compañías de suministro de agua potable.

Las tuberías de cobre serán tubos estirados en frío y uniones por capilaridad (UNE 37153).

No se utilizarán tuberías de acero negro para circuitos de agua sanitaria.

Cuando se utilice aluminio en tuberías o accesorios, la velocidad del fluido será inferior a 1,5 m⁄s y su pH estará comprendido entre 5 y 7. No se permitirá el uso de aluminio en sistemas abiertos o sistemas sin protección catódica.

Cuando se utilice acero en tuberías o accesorios, la velocidad del fluido será inferior a 3 m⁄s en sistemas cerrados y el pH del fluido de trabajo estará comprendido entre 5 y 9.

El diámetro de las tuberías se seleccionará de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m⁄s cuando la tubería discurra por locales habitados y a 3 m⁄s cuando el trazado sea al exterior o por locales no habitados.

El dimensionado de las tuberías se realizará de forma que la pérdida de carga unitaria en tuberías nunca sea superior a 40 mm de columna de agua por metro lineal.

Para calentamiento de piscinas se recomienda que las tuberías sean de PVC y de gran diámetro, a fin de conseguir un buen caudal con la menor pérdida de carga posible, no necesitando éstas, en la mayoría de los casos, ningún tipo especial de aislamiento térmico.

VII.7 Válvulas

La elección de las válvulas se realizará de acuerdo con la función que desempeñan y las condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura), siguiendo preferentemente los criterios que a continuación se citan:

- Para aislamiento: válvulas de esfera.
- Para equilibrado de circuitos: válvulas de asiento.
- Para vaciado: válvulas de esfera o de macho.
- Para llenado: válvulas de esfera.
- Para purga de aire: válvulas de esfera o de macho.
- Para seguridad: válvulas de resorte.
- Para retención: válvulas de disco de doble compuerta, o de clapeta o especiales para sistemas por termosifón.

A los efectos de este PCT, no se permitirá la utilización de válvulas de compuerta.

El acabado de las superficies de asiento y obturador debe asegurar la estanquidad al cierre de las válvulas, para las condiciones de servicio especificadas.

El volante y la palanca deben ser de dimensiones suficientes para asegurar el cierre y la apertura de forma manual con la aplicación de una fuerza razonable, sin la ayuda de medios auxiliares. El órgano de mando no deberá interferir con el aislamiento térmico de la tubería y del cuerpo de válvula.

Las superficies del asiento y del obturador deben ser recambiables. La empaquetadura debe ser recambiable en servicio, con válvula abierta a tope, sin necesidad de desmontarla.

Las válvulas roscadas y las de mariposa serán de diseño tal que, cuando estén correctamente acopladas a las tuberías, no tengan lugar interferencias entre la tubería y el obturador.

En el cuerpo de la válvula irán troquelados la presión nominal PN, expresada en bar o kp/cm^2, y el diámetro nominal DN, expresado en mm o pulgadas, al menos cuando el diámetro sea igual o superior a 25 mm.

La presión nominal mínima de todo tipo de válvulas y accesorios deberá ser igual o superior a 4 kg/cm^2.

Los diámetros libres en los asientos de las válvulas tienen que ser correspondientes con los diámetros nominales de las mismas, y en ningún caso inferiores a 12 mm.

Las válvulas de seguridad, por su importante función, deben ser capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso se sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

Las válvulas de retención se situarán en la tubería de impulsión de la bomba, entre la boca y el manguito antivibratorio, y en cualquier caso, aguas arriba de la válvula de interceptación.

Los purgadores automáticos de aire se construirán con los siguientes materiales:

- Cuerpo y tapa de fundición de hierro o latón.
- Mecanismo de acero inoxidable.
- Flotador y asiento de acero inoxidable.
- Obturador de goma sintética.

Los purgadores automáticos resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito.

VII.8 Vasos de expansión

a) *Vasos de expansión abiertos*

Los vasos de expansión abiertos cumplirán los siguientes requisitos:

Los vasos de expansión abiertos se construirán soldados o remachados, en todas sus juntas, y reforzados para evitar deformaciones, cuando su volumen lo exija.

El material y tratamiento del vaso de expansión será capaz de resistir la temperatura máxima de trabajo.

El volumen útil del vaso de expansión abierto se determinará de forma que sea capaz de absorber la expansión completa del fluido de trabajo entre las temperaturas extremas de funcionamiento.

El nivel mínimo libre de agua de los vasos de expansión abiertos se situará a una altura mínima de 2,5 metros sobre el punto más alto de la instalación.

Los vasos de expansión abiertos tendrán una salida de rebosamiento.

Los vasos de expansión abiertos, cuando se utilicen como sistemas de llenado o de rellenado, dispondrán de una línea de alimentación automática, mediante sistemas tipo flotador o similar.

La salida de rebosamiento se situará de forma que el incremento del volumen de agua antes del rebose sea igual o mayor que un tercio del volumen del depósito. Al mismo tiempo, permitirá que, con agua fría, el nivel sea tal que al incrementar la temperatura de agua en el sistema a la temperatura máxima de trabajo, no se produzca derrame de la misma.

En ningún caso la diferencia de alturas entre el nivel de agua fría en el depósito y el rebosadero será inferior a 3 cm.

El diámetro del rebosadero será igual o mayor al diámetro de la tubería de llenado. En todo caso, el dimensionado del diámetro del rebosadero asegurará que, con válvulas de flotador totalmente abiertas y una presión de red de 4 kg/cm^2, no se produzca derramamiento de agua.

La capacidad de aforo de la válvula de flotación, cuando se utilice como sistema de llenado, no será inferior a 5 l/min. En todo caso, el diámetro de la tubería de llenado no será inferior a ½ pulgada o 15 mm.

El flotador del sistema de llenado resistirá, sin deterioro, la temperatura máxima de trabajo durante 48 horas.

b) *Vasos de expansión cerrados*

La tubería de conexión del vaso de expansión no se aislará térmicamente y tendrá volumen suficiente para enfriar el fluido antes de alcanzar el vaso.

Los datos que sirven de base para la selección del vaso son los siguientes:

- Volumen total de agua en la instalación, en litros.
- Temperatura mínima de funcionamiento, para la cual se asumirá el valor de 4 °C, a la que corresponde la máxima densidad.
- Temperatura máxima que pueda alcanzar el agua durante el funcionamiento de la instalación.
- Presiones mínima y máxima de servicio, en bar, cuando se trate de vasos cerrados.
- Volumen de expansión calculado, en litros.

Los cálculos darán como resultado final el volumen total del vaso y la presión nominal PN, que son los datos que definen sus características de funcionamiento. Los vasos de expansión cerrados cumplirán con el Reglamento de Recipientes a Presión y estarán debidamente timbrados.

La temperatura extrema del circuito primario será, como mínimo, la temperatura de estancamiento del captador.

El volumen de dilatación será, como mínimo, igual al 4,3 % del volumen total de fluido en el circuito primario.

Los vasos de expansión cerrados se dimensionarán de forma que la presión mínima en frío en el punto más alto del circuito no sea inferior a 1,5 kg/cm^2 y la presión máxima en caliente en cualquier punto del circuito no supere la presión máxima de trabajo de los componentes.

El dispositivo de expansión cerrado del circuito de captadores deberá estar dimensionado de tal forma que, incluso después de una interrupción del suministro de potencia a la bomba

de circulación del circuito de captadores justo cuando la radiación solar sea máxima, se pueda restablecer la operación automáticamente cuando la potencia esté disponible de nuevo.

Cuando el medio de transferencia de calor pueda evaporarse bajo condiciones de estancamiento, hay que realizar un dimensionado especial del volumen de expansión: Además de dimensionarlo como es usual en sistemas de calefacción cerrados (la expansión del medio de transferencia de calor completo), el depósito de expansión deberá ser capaz de compensar el volumen del medio de transferencia de calor en todo el grupo de captadores completo, incluyendo todas las tuberías de conexión entre captadores, más un 10 %.

VII.9 Aislamientos

El aislamiento de acumuladores cuya superficie sea inferior a 2 m^2 tendrá un espesor mínimo de 30 mm, para volúmenes superiores el espesor mínimo será de 50 mm.

El espesor del aislamiento del cambiador de calor no será inferior a 20 mm.

Los espesores de aislamiento (expresados en mm) de tuberías y accesorios situados al interior no serán inferiores a los valores de la tabla 11.

Tabla 11

Fluido interior caliente				
Diámetro exterior (mm) (*)	Temperatura del fluido (°C) (**)			
	40 a 65	66 a 100	101 a 150	151 a 200
$D \leq 35$	20	20	30	40
$35 < D \leq 60$	20	30	40	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40	50
$90 < D \leq 140$	30	40	50	50
$140 < D$	30	40	50	60

(*) Diámetro exterior de la tubería sin aislar.

(**) Se escoge la temperatura máxima de red.

Para tuberías y accesorios situados al exterior, los valores de la tabla 11 se incrementarán en 10 mm como mínimo.

Para materiales con conductividad térmica λ, en W/(m·K), distinta de 0,04, el espesor mínimo e (en mm) que debe usarse se determinará, en función del espesor de referencia e_{ref} (en mm) de la tabla 11, aplicando las siguientes fórmulas:

– Aislamiento de superficies planas:

$$e = e_{ref}\,\lambda/\lambda_{ref}$$

– Aislamiento de superficies cilíndricas:

$$e = \frac{D_i}{2}\left[\exp\left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}}\ \ln\frac{D_i + 2\,e_{ref}}{D_i}\right) - 1\right]$$

donde e es el espesor del aislamiento buscado, e_{ref} es el espesor de referencia, D_i es el diámetro interior de la sección circular, "exp" es la función exponencial (e^x), y λ y λ_{ref} son las conductividades térmicas respectivas. λ_{ref} tiene como valor 0,04.

El valor de la conductividad térmica a introducir en las fórmulas anteriores debe considerarse a la temperatura media de servicio de la masa del aislamiento.

El material aislante se sujetará con medios adecuados, de forma que no pueda desprenderse de las tuberías o accesorios.

Cuando el material aislante de tubería y accesorios sea de fibra de vidrio, deberá cubrirse con una protección no inferior a la proporcionada por un recubrimiento de venda y escayola. En los tramos que discurran por el exterior será terminada con pintura asfáltica.

El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.

Para la protección del material aislante situado en intemperie se podrá utilizar una cubierta o revestimiento de escayola protegido con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o chapa de aluminio. En el caso de depósitos o cambiadores de calor situados en intemperie, podrán utilizarse forros de telas plásticas.

Si se utiliza manta térmica para evitar pérdidas nocturnas en piscinas, se tendrá en cuenta la posibilidad de que proliferen microorganismos en ella, por lo que se deberá limpiar periódicamente.

VII.10 Purga de aire

En general, el trazado del circuito evitará los caminos tortuosos, para favorecer el desplazamiento del aire atrapado hacia los puntos altos.

Los trazados horizontales de tubería tendrán siempre una pendiente mínima del 1 % en el sentido de circulación.

Si el sistema está equipado con líneas de purga, deberán ser colocadas de tal forma que no se puedan helar y no se pueda acumular agua en las líneas. Los orificios de descarga deberán estar dispuestos de tal forma que vapor o medio de transferencia de calor que salga por las válvulas de seguridad no cause ningún riesgo a las personas, materiales o medio ambiente.

Se evitará el uso de purgadores automáticos cuando se prevea la formación de vapor en el circuito. Los purgadores automáticos deberán soportar, al menos, la temperatura de estancamiento del captador.

En el trazado del circuito deberá evitarse, en lo posible, los sifones invertidos, pero cuando se utilicen, se situarán sistemas similares a los descritos en párrafos anteriores en el punto más desfavorable del sifón.

VII.11 Sistema de llenado

Los sistemas con vaso de expansión abierto podrán utilizarlo como sistema de llenado.

Los circuitos con vaso de expansión cerrado deben incorporar un sistema de llenado manual o automático que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado. En general es recomendable la adopción de un sistema de llenado automático con la inclusión de un depósito de recarga u otro dispositivo, de forma que nunca se utilice un fluido para el circuito primario

cuyas características incumplan este Pliego de Condiciones Técnicas. Será obligatorio cuando exista riesgo de heladas o cuando la fuente habitual de suministro de agua incumpla las condiciones de pH y pureza requeridas en el apartado "*Requisitos generales*" del presente PCT.

En cualquier caso, nunca podrá rellenarse el circuito primario con agua de red si sus características pueden dar lugar a incrustaciones, deposiciones o ataques en el circuito, o si este circuito necesita anticongelante por riesgo de heladas o cualquier otro aditivo para su correcto funcionamiento.

Las instalaciones que requieran anticongelante deben incluir un sistema que permita el relleno manual del mismo.

Para disminuir los riesgos de fallos se evitarán los aportes incontrolados de agua de reposición a los circuitos cerrados y la entrada de aire que pueda aumentar los riesgos de corrosión originados por el oxígeno del aire. Es aconsejable no usar válvulas de llenado automáticas.

VII.12 Sistema eléctrico y de control

El sistema eléctrico y de control cumplirá con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) en todos aquellos puntos que sean de aplicación. Los cuadros serán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

El usuario estará protegido contra posibles contactos directos e indirectos.

El sistema de control incluirá señalizaciones luminosas de la alimentación del sistema del funcionamiento de bombas.

El rango de temperatura ambiente de funcionamiento del sistema de control estará, como mínimo, entre –10 °C y 50 °C.

El tiempo mínimo entre fallos especificados por el fabricante del sistema de control diferencial, no será inferior a 7000 horas.

Los sensores de temperaturas soportarán las máximas temperaturas previstas en el lugar en que se ubiquen. Deberán soportar sin alteraciones de más de 1 °C, las siguientes temperaturas en función de la aplicación:

- A.C.S. y calefacción por suelo radiante y "fan-coil": 100 °C
- Refrigeración/calefacción: 140 °C
- Usos industriales: función de la temperatura de uso

La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la parte en la cual hay que medir la misma. Para conseguirlo en el caso de las de inmersión, se instalarán en contracorriente con el fluido. Los sensores de temperatura deberán estar aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que le rodean.

La ubicación de las sondas ha de realizarse de forma que éstas midan exactamente las temperaturas que se desean controlar, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los captadores y las zonas de estancamiento en los depósitos.

Preferentemente las sondas serán de inmersión. Se tendrá especial cuidado en asegurar una adecuada unión entre las sondas de contactos y la superficie metálica.

VII.13 Sistema de monitorización

El sistema de monitorización realizará la adquisición de datos, al menos, con la siguiente frecuencia:

- Toma de medidas o estados de funcionamiento: cada minuto
- Cálculo de medias de valores y registro: cada 10 minutos
- Tiempo de almacenamiento de datos registrados: mínimo 1 año

Las variables analógicas que deben ser medidas por el sistema de monitorización serán seis como mínimo, y entre las cuales deberán estar las cuatro siguientes:

- Temperatura de entrada de agua fría
- Temperatura de suministro de agua caliente solar
- Temperatura de suministro de agua caliente a consumo
- Caudal de agua de consumo

El sistema de monitorización registrará, con la misma frecuencia, el estado de funcionamiento de las bombas de circulación de primario y secundario, la actuación de las limitaciones por máxima o mínima y el funcionamiento del sistema de energía auxiliar.

Opcionalmente, el sistema de monitorización medirá, además, las siguientes variables:

- Temperatura de entrada a captadores
- Temperatura de salida de captadores
- Temperatura de entrada secundario
- Temperatura de salida secundario
- Radiación global sobre plano de captadores
- Temperatura ambiente exterior
- Presión de agua en circuito primario
- Temperatura fría del acumulador
- Temperatura caliente del acumulador
- Temperaturas de salidas de varios grupos de captadores
- Variables que permitan el conocimiento del consumo energético del sistema auxiliar

El tratamiento de los datos medidos proporcionará, al menos, los siguientes resultados:

- Temperatura media de suministro de agua caliente a consumo
- Temperatura media de suministro de agua caliente solar
- Demanda de energía térmica diaria
- Energía solar térmica aportada
- Energía auxiliar consumida
- Fracción solar media
- Consumos propios de la instalación (bombas, controles, etc.)

Con los datos registrados se procederá al análisis de resultados y evaluación de las prestaciones diarias de la instalación. Estos datos quedarán archivados en un registro histórico de prestaciones.

VII.14 Equipos de medida

Medida de temperatura

Las medidas de temperatura se realizarán mediante sensores de temperatura.

La medida de la diferencia de temperatura entre dos puntos del fluido de trabajo se realizará mediante los citados sensores de temperatura, debidamente conectados, para obtener de forma directa la lectura diferencial.

En lo referente a la colocación de las sondas, han de ser preferentemente de inmersión y situadas a una distancia máxima de 5 cm del fluido cuya temperatura se pretende medir. Las vainas destinadas a alojar las sondas de temperatura, deben introducirse en las tuberías siempre en contracorriente y en un lugar donde se creen turbulencias.

Medida de caudal

La medida de caudales de líquidos se realizará mediante turbinas, medidores de flujo magnético, medidores de flujo de desplazamiento positivo o procedimientos gravimétricos o de cualquier otro tipo, de forma que la precisión sea igual o superior a ± 3 % en todos los casos.

Cuando exista un sistema de regulación exterior, éste estará precintado y protegido contra intervenciones fraudulentas.

Se suministrarán los siguientes datos dentro de la Memoria de Diseño o Proyecto, que deberán ser facilitados por el fabricante:

- Calibre del contador
- Temperatura máxima del fluido
- Caudales:
  - en servicio continuo
  - máximo (durante algunos minutos)
  - mínimo (con precisión mínima del 5 %)
  - de arranque
- Indicación mínima de la esfera
- Capacidad máxima de totalización
- Presión máxima de trabajo
- Dimensiones
- Diámetro y tipo de las conexiones
- Pérdida de carga en función del caudal

Cuando exista, el medidor se ubicará en la entrada de agua fría del acumulador solar.

Medida de energía

Los contadores de energía térmica estarán constituidos por los siguientes elementos:

- Contador de caudal de agua, descrito anteriormente.
- Dos sondas de temperatura.
- Microprocesador electrónico, montado en la parte superior del contador o separado.

En función de la ubicación de las dos sondas de temperatura, se medirá la energía aportada por la instalación solar o por el sistema auxiliar. En el primer caso, una sonda de temperatura se

situará en la entrada del agua fría del acumulador solar y otra en la salida del agua caliente del mismo.

Para medir el aporte de energía auxiliar, las sondas de temperatura se situarán en la entrada y salida del sistema auxiliar.

El microprocesador podrá estar alimentado por la red eléctrica o mediante pilas, con una duración de servicio mínima de 3 años.

El microprocesador multiplicará la diferencia de ambas temperaturas por el caudal instantáneo de agua y su peso específico. La integración en el tiempo de estas cantidades proporcionará la cantidad de energía aportada.

ANEXO VIII

CONDICIONES DE MONTAJE

Condiciones de montaje

VIII.1 Generalidades

La instalación se construirá en su totalidad utilizando materiales y procedimientos de ejecución que garanticen las exigencias del servicio, durabilidad, salubridad y mantenimiento.

Se tendrán en cuenta las especificaciones dadas por los fabricantes de cada uno de los componentes.

A efectos de las especificaciones de montaje de la instalación, éstas se complementarán con la aplicación de las reglamentaciones vigentes que tengan competencia en el caso.

Es responsabilidad del suministrador comprobar que el edificio reúne las condiciones necesarias para soportar la instalación, indicándolo expresamente en la documentación.

Es responsabilidad del suministrador el comprobar la calidad de los materiales y agua utilizados, cuidando que se ajusten a lo especificado en estas normas, y el evitar el uso de materiales incompatibles entre sí.

El suministrador será responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidas durante el transporte, el almacenamiento y el montaje, hasta tanto no se proceda a su unión, por medio de elementos de taponamiento de forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato.

Especial cuidado se tendrá con materiales frágiles y delicados, como luminarias, mecanismos, equipos de medida, etc., que deberán quedar debidamente protegidos.

Durante el montaje, el suministrador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de conducciones y cables.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente todos los equipos (captadores, acumuladores, etc.), cuadros eléctricos, instrumentos de medida, etc. de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones y cambios de dirección se realizará con los correspondientes accesorios y/o cajas, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

En las partes dañadas por roces en los equipos, producidos durante el traslado o el montaje, el suministrador aplicará pintura rica en zinc u otro material equivalente.

La instalación de los equipos, válvulas y purgadores permitirá su posterior acceso a las mismas a efectos de su mantenimiento, reparación o desmontaje.

Una vez instalados, se procurará que las placas de características de los equipos sean visibles.

Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por el fabricante, serán recubiertos con dos manos de pintura antioxidante.

Los circuitos de distribución de agua caliente sanitaria se protegerán contra la corrosión por medio de ánodos de sacrificio.

Todos los equipos y circuitos podrán vaciarse total o parcialmente, realizándose esto desde los puntos más bajos de la instalación.

Las conexiones entre los puntos de vaciado y desagües se realizarán de forma que el paso del agua quede perfectamente visible.

Los botellines de purga estarán siempre en lugares accesibles y, siempre que sea posible, visibles.

VIII.2 Montaje de estructura soporte y captadores

Si los captadores son instalados en los tejados de edificios, deberá asegurarse la estanquidad en los puntos de anclaje.

La instalación permitirá el acceso a los captadores de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura, pudiendo desmontar cada captador con el mínimo de actuaciones sobre los demás.

Las tuberías flexibles se conectarán a los captadores utilizando, preferentemente, accesorios para mangueras flexibles.

Cuando se monten tuberías flexibles se evitará que queden retorcidas y que se produzcan radios de curvatura superiores a los especificados por el fabricante.

El suministrador evitará que los captadores queden expuestos al sol por períodos prolongados durante el montaje. En este período las conexiones del captador deben estar abiertas a la atmósfera, pero impidiendo la entrada de suciedad.

Terminado el montaje, durante el tiempo previo al arranque de la instalación, si se prevé que éste pueda prolongarse, el suministrador procederá a tapar los captadores.

VIII.3 Montaje de acumulador

La estructura soporte para depósitos y su fijación se realizará según la normativa vigente.

La estructura soporte y su fijación para depósitos de más de 1000 l situados en cubiertas o pisos deberá ser diseñada por un profesional competente. La ubicación de los acumuladores y sus estructuras de sujeción cuando se sitúen en cubiertas de piso tendrá en cuenta las características de la edificación, y requerirá para depósitos de más de 300 l el diseño de un profesional competente.

VIII.4 Montaje de intercambiador

Se tendrá en cuenta la accesibilidad del intercambiador, para operaciones de sustitución o reparación.

VIII.5 Montaje de bomba

Las bombas en línea se instalarán con el eje de rotación horizontal y con espacio suficiente para que el conjunto motor-rodete pueda ser fácilmente desmontado. El acoplamiento de una bomba en línea con la tubería podrá ser de tipo roscado hasta el diámetro DN 32.

El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

Las tuberías conectadas a las bombas en línea se soportarán en las inmediaciones de las bombas de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos.

La conexión de las tuberías a las bombas no podrá provocar esfuerzos recíprocos (se utilizarán manguitos antivibratorios cuando la potencia de accionamiento sea superior a 700 W).

Todas las bombas estarán dotadas de tomas para la medición de presiones en aspiración e impulsión.

Todas las bombas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica.

Cuando se monten bombas con prensa-estopas, se instalarán sistemas de llenado automáticos.

VIII.6 Montaje de tuberías y accesorios

Antes del montaje deberá comprobarse que las tuberías no estén rotas, fisuradas, dobladas, aplastadas, oxidadas o de cualquier manera dañadas.

Se almacenarán en lugares donde estén protegidas contra los agentes atmosféricos. En su manipulación se evitarán roces, rodaduras y arrastres, que podrían dañar la resistencia mecánica, las superficies calibradas de las extremidades o las protecciones anti-corrosión.

Las piezas especiales, manguitos, gomas de estanquidad, etc. se guardarán en locales cerrados.

Las tuberías serán instaladas de forma ordenada, utilizando fundamentalmente tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a elementos estructurales del edificio, salvo las pendientes que deban darse.

Las tuberías se instalarán lo más próximas posible a paramentos, dejando el espacio suficiente para manipular el aislamiento y los accesorios. En cualquier caso, la distancia mínima de las tuberías o sus accesorios a elementos estructurales será de 5 cm.

Las tuberías discurrirán siempre por debajo de canalizaciones eléctricas que crucen o corran paralelamente.

La distancia en línea recta entre la superficie exterior de la tubería, con su eventual aislamiento, y la del cable o tubo protector no debe ser inferior a las siguientes:

- 5 cm para cables bajo tubo con tensión inferior a 1000 V.
- 30 cm para cables sin protección con tensión inferior a 1000 V.
- 50 cm para cables con tensión superior a 1000 V.

Las tuberías no se instalarán nunca encima de equipos eléctricos como cuadros o motores.

No se permitirá la instalación de tuberías en huecos y salas de máquinas de ascensores, centros de transformación, chimeneas y conductos de climatización o ventilación.

Las conexiones de las tuberías a los componentes se realizarán de forma que no se transmitan esfuerzos mecánicos.

Las conexiones de componentes al circuito deben ser fácilmente desmontables por bridas o racores, con el fin de facilitar su sustitución o reparación.

Los cambios de sección en tuberías horizontales se realizarán de forma que se evite la formación de bolsas de aire, mediante manguitos de reducción excéntricos o enrasado de generatrices superiores para uniones soldadas.

Para evitar la formación de bolsas de aire, los tramos horizontales de tubería se montarán siempre con una pendiente ascendente, en el sentido de circulación, del 1 %.

Se facilitarán las dilataciones de tuberías utilizando los cambios de dirección o dilatadores axiales.

Las uniones de tuberías de acero podrán ser por soldadura o roscadas. Las uniones con valvulería y equipos podrán ser roscadas hasta 2″, para diámetros superiores se realizarán las uniones por bridas.

En ningún caso se permitirán ningún tipo de soldadura en tuberías galvanizadas.

Las uniones de tuberías de cobre se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad.

En circuitos abiertos el sentido de flujo del agua deberá ser siempre del acero al cobre.

El dimensionado, distancia y disposición de los soportes de tubería se realizará de acuerdo con las prescripciones de UNE 100.152.

Durante el montaje de las tuberías se evitarán en los cortes para la unión de tuberías, las rebabas y escorias.

En las ramificaciones soldadas, el final del tubo ramificado no debe proyectarse en el interior del tubo principal.

Los sistemas de seguridad y expansión se conectarán de forma que se evite cualquier acumulación de suciedad o impurezas.

Las dilataciones que sufren las tuberías al variar la temperatura del fluido, deben compensarse a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, que suelen ser las uniones entre tuberías y aparatos, donde suelen concentrarse los esfuerzos de dilatación y contracción.

En las salas de máquinas se aprovecharán los frecuentes cambios de dirección, para que la red de tuberías tenga la suficiente flexibilidad y pueda soportar las variaciones de longitud.

En los trazados de tuberías de gran longitud, horizontales o verticales, se compensarán los movimientos de tuberías mediante dilatadores axiales.

VIII.7 Montaje de aislamiento

El aislamiento no podrá quedar interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio.

El manguito pasamuros deberá tener las dimensiones suficientes para que pase la conducción con su aislamiento, con una holgura máxima de 3 cm.

Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento térmico en los soportes de las conducciones, que podrán estar o no completamente envueltos por el material aislante.

El puente térmico constituido por el mismo soporte deberá quedar interrumpido por la interposición de un material elástico (goma, fieltro, etc.) entre el mismo y la conducción.

Después de la instalación del aislamiento térmico, los instrumentos de medida y de control, así como válvulas de desagües, volante, etc., deberán quedar visibles y accesibles.

Las franjas y flechas que distinguen el tipo de fluido transportado en el interior de las conducciones, se pintarán o se pegarán sobre la superficie exterior del aislamiento o de su protección.

VIII.8 Montaje de contadores

Se instalarán siempre entre dos válvulas de corte para facilitar su desmontaje. El suministrador deberá prever algún sistema ("by-pass" o carrete de tubería) que permita el funcionamiento de la instalación aunque el contador sea desmontado para calibración o mantenimiento.

En cualquier caso, no habrá ningún obstáculo hidráulico a una distancia igual, al menos, diez veces el diámetro de la tubería antes y cinco veces después del contador.

Cuando el agua pueda arrastrar partículas sólidas en suspensión, se instalará un filtro de malla fina antes del contador, del tamiz adecuado.

VIII.9 Montaje de instalaciones por circulación natural

Los cambios de dirección en el circuito primario se realizarán con curvas con un radio mínimo de tres veces el diámetro del tubo.

Se cuidará de mantener rigurosamente la sección interior de paso de las tuberías, evitando aplastamientos durante el montaje.

Se permitirá reducir el aislamiento de la tubería de retorno, para facilitar el efecto termosifón.

ANEXO IX

REQUISITOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO

Requisitos técnicos del contrato de mantenimiento

IX.1 Generalidades

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo) por un período de tiempo al menos igual que el de la garantía.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie útil homologada inferior o igual a 20 m^2, y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficies superiores a 20 m^2.

Las medidas a tomar en el caso de que en algún mes del año el aporte solar sobrepase el 110 % de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100 % son las siguientes:

- Vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, habrá de ser repuesto por un fluido de características similares, debiendo incluirse este trabajo en su caso entre las labores del contrato de mantenimiento.
- Tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que sigue atravesando el captador).
- Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes o redimensionar la instalación con una disminución del número de captadores.

En el caso de optarse por las soluciones expuestas en los puntos anteriores, deberán programarse y detallarse dentro del contrato de mantenimiento las visitas a realizar para el vaciado parcial / tapado parcial del campo de captadores y reposición de las condiciones iniciales. Estas visitas se programarán de forma que se realicen una antes y otra después de cada período de sobreproducción energética. También se incluirá dentro del contrato de mantenimiento un programa de seguimiento de la instalación que prevendrá los posibles daños ocasionados por los posibles sobrecalentamientos producidos en los citados períodos y en cualquier otro período del año.

IX.2 Programa de mantenimiento

Objeto. El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente.

Criterios generales. Se definen tres escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma:

a) Vigilancia

b) Mantenimiento preventivo

c) Mantenimiento correctivo

a) *Plan de vigilancia*

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación. Será llevado a cabo, normalmente, por el usuario, que asesorado por el instalador, observará el correcto comportamiento y estado de los elementos, y tendrá un alcance similar al descrito en la tabla 12.

Tabla 12.

	Operación	*Frecuencia*	*Descripción* (*)
Captadores	Limpieza	A determinar	Con agua y productos adecuados.
	Cristales	3 meses	IV - Condensaciones, sustitución.
	Juntas	3 meses	IV - Agrietamiento y deformaciones.
	Absorbedor	3 meses	IV - Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3 meses	IV - Fugas.
Circuito primario	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6 meses	IV - Ausencia de humedad y fugas.
	Purgador manual	3 meses	Vaciar el aire del botellín.
Circuito secundario	Tratamiento anti-legionella	12 meses	Aplicación procedimiento de desinfección con cloro o térmico recogido en el Anexo 3 del RD 909/2001.
	Tubería y aislamiento	6 meses	IV - Ausencia de humedad y fugas.

(*) IV: Inspección visual.

b) *Plan de mantenimiento preventivo*

Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para aquellas instalaciones con una superficie de captación inferior a 20 m^2 y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m^2.

El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico especializado que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas, así como el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

En las tablas 13-A, 13-B, 13-C, 13-D, 13-E y 13-F se definen las operaciones de mantenimiento preventivo que deben realizarse en las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente, la periodicidad mínima establecida (en meses) y descripciones en relación con las prevenciones a observar.

Tabla 13-A. Sistema de captación.

Equipo	*Frecuencia*	*Descripción*
Captadores	6 meses	IV - Diferencias sobre original.
		IV - Diferencias entre captadores.
Cristales	6 meses	IV - Condensaciones y suciedad.
Juntas de degradación	6 meses	IV - Agrietamientos, deformaciones.
Absorbedor	6 meses	IV - Corrosión, deformaciones.
Carcasa	6 meses	IV - Deformación, oscilaciones, ventanas de respiración.
Conexiones	6 meses	IV - Aparición de fugas.
Estructura	6 meses	IV - Degradación, indicios de corrosión; apriete de tornillos.

Tabla 13-B. Sistema de acumulación.

Equipo	*Frecuencia*	*Descripción*
Depósito	24 meses	Presencia de lodos en fondo.
Ánodos de sacrificio	12 meses	Comprobación del desgaste.
Aislamiento	12 meses	Comprobar que no hay humedad.

Tabla 13-C. Sistema de intercambio.

Equipo	*Frecuencia*	*Descripción* (*)
Intercambiador de placas	12 meses	CF - Eficiencia y prestaciones.
	60 meses	Limpieza.
Intercambiador de serpentín	12 meses	CF - Eficiencia y prestaciones.
	60 meses	Limpieza.

(*) CF: Control de funcionamiento.

Tabla 13-D. Circuito hidráulico.

Equipo	*Frecuencia*	*Descripción*
Fluido refrigerante	12 meses	Comprobar su densidad y pH.
Estanquidad	24 meses	Efectuar prueba de presión.
Aislamiento exterior	6 meses	IV - Degradación protección uniones y ausencia de humedad.
Aislamiento interior	12 meses	IV - Uniones y ausencia de humedad.
Purgador automático	12 meses	CF y limpieza.
Purgador manual	6 meses	Vaciar el aire del botellín.
Bomba	12 meses	Estanquidad.
Vaso de expansión cerrado	6 meses	Comprobación de la presión.
Vaso de expansión abierto	6 meses	Comprobación del nivel.
Sistema de llenado	6 meses	CF - Actuación.
Válvula de corte	12 meses	CF - Actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento.
Válvula de seguridad	12 meses	CF - Actuación.

Tabla 13-E. Sistema eléctrico y de control.

Equipo	*Frecuencia*	*Descripción*
Cuadro eléctrico	12 meses	Comprobar que está bien cerrado para que no entre polvo.
Control diferencial	12 meses	CF - Actuación.
Termostato	12 meses	CF - Actuación.

Tabla 13-F. Sistema de energía auxiliar.

Equipo	*Frecuencia*	*Descripción*
Sistema auxiliar	12 meses	CF - Actuación.
Sondas de temperatura	12 meses	CF - Actuación.

Dado que el sistema de energía auxiliar no forma parte del sistema de energía solar propiamente dicho, sólo será necesario realizar actuaciones sobre las conexiones del primero a este último, así como la verificación del funcionamiento combinado de ambos sistemas. Se deja un mantenimiento más exhaustivo para la empresa instaladora del sistema auxiliar.

c) *Mantenimiento correctivo*

Son operaciones realizadas como consecuencia de la detección de cualquier anomalía en el funcionamiento de la instalación, en el plan de vigilancia o en el de mantenimiento preventivo.

Incluye la visita a la instalación, en los mismos plazos máximos indicados en el apartado de *Garantías*, cada vez que el usuario así lo requiera por avería grave de la instalación, así como el análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.

Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias.

IX.3 Garantías

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje.

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de *garantía*, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Asimismo se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con las mismas. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo o contratar a un tercero para realizar las oportunas reparaciones, sin perjuicio de la ejecución del aval prestado y de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación, lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá el aviso en un plazo de:

- 24 horas, si se interrumpe el suministro de agua caliente, procurando establecer un servicio mínimo hasta el correcto funcionamiento de ambos sistemas (solar y de apoyo).
- 48 horas, si la instalación solar no funciona.
- una semana, si el fallo no afecta al funcionamiento.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado el taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.